



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY  
DENMARK

## Klimapåvirkning fra 60 bygninger

*Opdaterede værdier baseret på nyere data og danske branche EPD'er*

Tozan, Buket; Brisson Jørgensen, Emilie; Birgisdottir, Harpa

*Publication date:*  
2021

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*

Tozan, B., Brisson Jørgensen, E., & Birgisdottir, H. (2021). *Klimapåvirkning fra 60 bygninger: Opdaterede værdier baseret på nyere data og danske branche EPD'er*. Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet. BUILD Rapport Nr. 2021:13 [https://sbi.dk/Pages/Klimapaavirkning-fra-60-bygninger\\_.aspx](https://sbi.dk/Pages/Klimapaavirkning-fra-60-bygninger_.aspx)

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at [vbn@aub.aau.dk](mailto:vbn@aub.aau.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# BUILD Rapport 2021:13

## KLIMAPÅVIRKNING FRA 60 BYGNINGER

Opdaterede værdier baseret på nyere data og  
danske branche EPD'er



# KLIMAPÅVIRKNING FRA 60 BYGNINGER

Opdaterede værdier baseret på nyere data og danske  
branche EPD'er

Buket Tozan, Emilie Brisson Jørgensen & Harpa Birgisdóttir

BUILD Rapport 2021:13

Institut for Byggeri, By og Miljø, Aalborg Universitet København  
2021

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>TITEL</b>                  | KLIMAPÅVIRKNING FRA 60 BYGNINGER  |
| <b>UNDERTITEL</b>             | Opdaterede værdier baseret på nyere data og danske<br>branche EPD'er  |
| <b>SERIETITEL</b>             | BUILD Rapport 2021:13   |
| <b>UDGIVELSEÅR</b>            | 2021  |
| <b>UDGIVET DIGITALT</b>       | April 2021  |
| <b>FORFATTER</b>              | Buket Tozan, Emilie Brisson Jørgensen, Harpa Birgisdóttir   |
| <b>SIDETAL</b>                | 43  |
| <b>LITTERATURHENVISNINGER</b> | Side 25   |
| <b>EMNEORD</b>                | Bæredygtighed, livscyklusvurdering, dansk byggeri, miljø-<br>data, referenceværdi, klimapåvirkning  |
| <b>ISBN</b>                   | 978-87-563-1991-1   |
| <b>ISSN</b>                   | 2597-3118   |
| <b>OMSLAGSILLUSTRATION</b>    | Michael Ulf Bech  |
| <b>UDGIVER</b>                | Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet<br>A.C. Meyers Vænge 15, 2450 København SV<br>E-post: <a href="mailto:build@build.aau.dk">build@build.aau.dk</a><br><a href="http://www.anvisninger.dk">www.anvisninger.dk</a> |

Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af ophavsretsloven.

# INDHOLD

|   |           |
|---|-----------|
| <b>FORORD</b>   | <b>4</b>  |
| <b>INDLEDNING</b>   | <b>5</b>  |
| 1.1 Baggrund  | 5         |
| 1.2 Formål  | 6         |
| <b>2 BEREGNINGSGRUNDLAG</b>                                       | <b>7</b>  |
| 2.1 60 case-bygninger   | 7         |
| 2.2 Metodebeskrivelse for LCA                                     | 7         |
| 2.3 Nye miljødata for bygningsdele og drift                       | 9         |
| <b>3 KLIMAPÅVIRKNINGER SET OVER EN 50-ÅRS BETRAGTNINGSPERIODE</b> | <b>12</b> |
| 3.1 Resultater fra LCA af 60 case-bygninger                       | 12        |
| <b>4 KLIMAPÅVIRKNINGER SET OVER EN 80-ÅRS BETRAGTNINGSPERIODE</b> | <b>17</b> |
| 4.1 Resultater fra LCA af 60 case-bygninger                       | 17        |
| <b>5 OPDATEREDE REFERENCEVÆRDIER</b>                              | <b>21</b> |
| 5.1 Referenceværdier baseret på LCA fra 60 case-bygninger         | 21        |
| <b>6 OPSUMMERING</b>  | <b>24</b> |
| <b>REFERENCER</b>   | <b>25</b> |
| <b>BILAG 1 ÆNDRINGER I MILJØDATA</b>                              | <b>26</b> |
| <b>BILAG 2 BRANCHE-EPD'ER</b>                                     | <b>29</b> |
| <b>BILAG 3 LCA-RESULTATER FOR CASE-BYGNINGER</b>                  | <b>31</b> |
| Resultater for betragtningsperiode på 50 år                       | 32        |
| Resultater for betragtningsperiode på 80 år                       | 34        |
| <b>BILAG 4 DIAGRAMMER FORDELT PÅ BYGNINGSTYPE</b>                 | <b>36</b> |
| <b>BILAG 5 GAMLE OG NYE REFERENCEVÆRDIER</b>                      | <b>41</b> |

# FORORD

De seneste år er interessen for bæredygtighed steget eksponentielt i takt med den centrale fokus på at reducere klimaaftrykket fra alle industrier på verdensplan. I flere industrier og især inden for byggesektoren er der i længere tid anvendt livscyklusvurderinger (LCA) til at dokumentere en bygnings klimaaftryk. I den danske byggebranche vokser brugen af netop LCA i diskussionen om kvalitetssikring af byggeriet, og værktøjet LCAByg bruges dagligt til udførelsen af disse. I forbindelse med den Frivillige Bæredygtighedsklasses (FBK) indtræden i 2020 og den planlagte implementering i bygningsreglementet i 2023 vil LCA i byggebranchen gå fra at være en interesse til en nødvendighed. Dette lægger op til, at der skal udvikles tilgængelige og brugervenlige værktøjer til byggebranchen, der desuden kræver større databaser til beregninger af klimapåvirkninger, samt hyppigere opdateringer på den bagvedliggende data.

Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen har bedt BUILD om at udføre flere projekter, der skal øge fokussen på bl.a. den miljømæssige bæredygtighed i byggebranchen, heriblandt en opdatering af LCAByg, som er et dansk LCA-værktøj for byggeri, som blev lanceret i 2015. Den nye udgivelse af LCAByg version 5 i oktober 2020 har medført en opdateret database (Ökobaumat 2020 i stedet for Ökobaumat 2016) og opdaterede emissionsdata for bygningsdrift (2020 i stedet for 2016), hvorfor referenceværdien for Global Warming Potential (GWP) i *Klimapåvirkning fra 60 bygninger* (SBI 2020:04) (Zimmermann et al., 2020) opdateres i denne rapport.

I takt med at fokus på bæredygtighed i branchen stiger, udarbejder danske materialeproducenter flere miljøvaredeklARATIONER (EPD). Datagrundlaget for danske produkter bliver bedre, og det er derfor i denne rapport undersøgt, i hvilket omfang danske branche-EPD'er har en indvirkning på referenceværdien.

BUILD – Institut for Byggeri, By og Miljø (tidl. SBI), Aalborg Universitet København  
Afdelingen for Energieffektivitet, Indeklima og Bæredygtighed

Tine Steen Larsen  
Sektionsleder

# INDLEDNING

## 1.1 Baggrund

Miljømæssig bæredygtighed og målbarheden af dette aspekt har stor betydning for de valg, der træffes, hvad angår klimapåvirkninger fra systemer, f.eks. bygninger. Livscyklusvurderinger bruges i større grad til at måle klimapåvirkningen fra bygninger samt til at operere inden for beslutningstagen, når det kommer til at træffe mere miljøvenlige valg, især med henblik på valget af materialer.

LCA har et stort potentiale til at beregne og dokumentere, hvor redueringen af menneskeskabte klimapåvirkninger kan placeres. Det kan dog være en udfordring at vurdere, hvorvidt menneskeskabte klimapåvirkninger er mere eller mindre væsentlige, og det er derfor vigtigt, at der dannes et overblik over den gennemsnitlige klimapåvirkning, bl.a. ved at etablere referenceværdier.

Muligheden for at etablere referenceværdier for danske byggerier blev udforsket tilbage i marts 2020 i rapporten *Klimapåvirkning fra 60 bygninger* (SBI 2020:04) (Zimmermann et al., 2020), hvor der med et datagrundlag på 60 danske byggerier blev udregnet referenceværdier for en række klimapåvirkningsindikatorer. Ud fra de endelige resultater blev der dannet 3 kvartilsæts målsætninger på 25 %, 50 % og 75 %, som byggebranchen fremadrettet kan bruge som målsætning i deres arbejde. Disse referenceværdier ses derfor som et nyt fundament for redueringen af klimapåvirkninger fra den danske byggebranche og er dermed et skridt mod begrænsningen af bygningers klimapåvirkning.

Siden udgivelsen af referenceværdierne er der kommet to parametre til, som er særligt vigtige i udviklingen mod et mere bæredygtigt og målbart byggeri. De to parametre er udgivelsen af LCAbyg version 5, udviklet af BUILD for TBST i henhold til den frivillige bæredygtighedsklasse (FBK) (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2020). FBK lægger op til grundigere livscyklusvurderinger, eftersom der tages flere livscyklusfaser i betragtning. Byggeprocessen (A4 og A5), som er en væsentlig del af en bygnings livscyklus, blev ikke betragtet i LCAbyg, før FBK blev præsenteret. Byggeprocessen består af klimapåvirkninger fra transport af byggevarer til byggepladsen, transport af andet end byggevarer til/fra/på byggepladsen, energiforbrug på byggepladsen og opførelsen af byggeriet, herunder spild af byggevarer. FBK tager også fase D, som består af potentialet for genbrug, genanvendelse og nyttiggørelse, i betragtning.

Ud over ovenfor nævnte livscyklusfaser er der i LCAbyg 5 integreret en opdatering af den generiske og tyske database for byggeri, fra Ökobaudat 2016 til Ökobaudat 2020. Det er væsentligt at bruge opdaterede datasæt i livscyklusvurderinger, hvormed det sikres, at klimapåvirkningerne repræsenterer de mest aktuelle teknologiske processer og dermed mere korrekte klimapåvirkninger. Derudover er der kommet nye emissionsdata for bygningsdrift samt mulighed for at bruge mere relevante danske branchespecifikke miljødata for både træ og beton.

På baggrund af disse nytilkomne parametre er der mulighed for at opdatere referenceværdierne, som sikrer brugbare resultater og fremmer ambitionen om at begrænse klimapåvirkninger fra danske byggerier. Byggeprocessen (A4 og A5) indgår dog ikke i de opdaterede referenceværdier, da der mangler data og erfaringer inden for området. Der vil blive arbejdet på at indarbejde byggeprocessen i referenceværdier, når tilstrækkeligt datagrundlag er indsamlet, i takt med at flere byggeprojekter vil benytte vejledningen for FBK. Fase D om

potential for reuse, reuse and improvement is calculated without project in accordance with EN 15978 and therefore not in reference values.

## 1.2 Formål

On the basis of the establishment of a better data basis for Danish buildings and the possibility of establishing reference values for climate impacts from buildings, which were presented in *Klimapåvirkning fra 60 bygninger* (SBI 2020:04), this report takes its starting point in the existing work for the reference value for GWP and updates this by using LCAByg 5 and Ökobaudat 2020. Climate impacts from building parts (A1-3, B4, C3-4) and building operation (B6) are updated for all 60 buildings. This report is thus an updated and summarized edition of SBI 2020:04, and only the most significant LCA assumptions are described so that the reference values can be updated. It is therefore referred to SBI 2020:04 for further descriptions of assumptions.

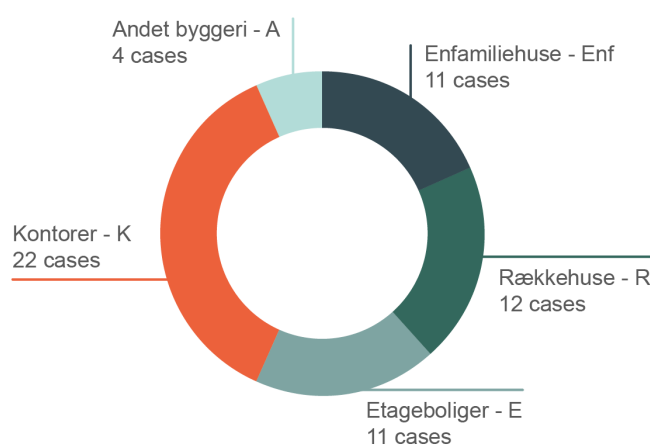
In addition, the impact from Danish branch-EPDs from the Danish Concrete Association and Træinformation will be investigated, as generic data for concrete and wood from Ökobaudat are replaced by these EPDs. It is thus possible to establish reference values for GWP based on LCA with Danish product data.



## 2 BEREGNINGSGRUNDLAG

### 2.1 60 case-bygninger

Datagrundlaget består af 60 case-bygninger opdelt i fem grupper: kontorer (K), etageboliger (E), rækkehuse (R), enfamiliehuse (Enf) og andet byggeri (A). Af figur 1 ses antallet af bygninger inkluderet i analysen vist for hver gruppe. I grupperne *rækkehuse*, *etageboliger* og *kontorer* er 37 af disse DGNB-certificerede. Flere detaljer om bygningerne kan findes i rapporten *Klimapåvirkning fra 60 bygninger* (SBI 2020:04).



FIGUR 1. Illustration af 60 case-bygninger fordelt på bygningstyper.

### 2.2 Metodebeskrivelse for LCA

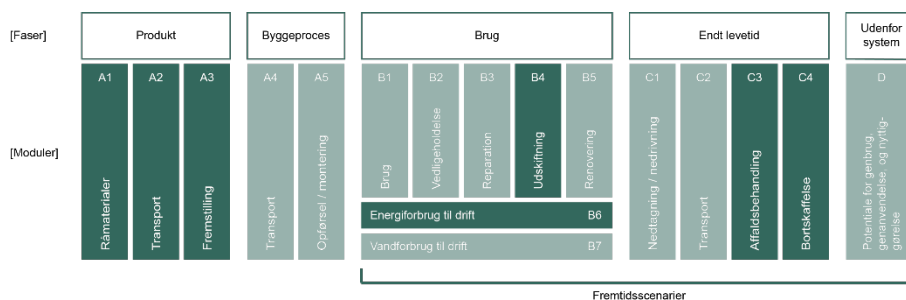
Ud over de to betragtningsperioder, rapporten *Klimapåvirkning fra 60 bygninger* (SBI 2020:04) analyserer, opstiller denne rapport yderligere to scenarier for referenceværdierne. De fire scenarier indebærer klimapåvirkning for GWP fra alle 60 cases med den opdaterede Ökobaumat 2020 samt danske branche-EPD'er. I tabel 1 er de fire datascenarier opstillet. Der gøres opmærksom på, at der er sket ændringer i beregningsgrundlaget for de 60 cases LCA-modeller, som bliver yderligere beskrevet nedenfor.

TABEL 1. Opstillede scenarier for udregning af referenceværdien for GWP. Data til bygningsdele er desuden vist. Data til bygningsdrift er identisk i alle scenarier.

| Scenarie | Betragningsperiode | Data           |                |
|----------|--------------------|----------------|----------------|
|          |                    | Ökobaumat 2020 | Branche-EPD'er |
| 1        | 50 år              | x              |                |
| 2        | 50 år              | x              | x              |
| 3        | 80 år              | x              |                |
| 4        | 80 år              | x              | x              |

## Livscyklusfaser

LCAbyg 5 inkluderer modulerne A1-3 (udvinding, produktion og transport af byggevarer), A4-5 (transport til/på/fra byggeplads og opførelse), B4 (udskiftning af byggevarer i brugsfasen), B6 (energiforbrug til drift i brugsfasen), C3-4 (affaldsbehandling og bortskaffelse i endt levetid-fasen) og D (potentialer uden for projekt) i henhold til EN 15978. De tre moduler, A4-5 og D, er altså tilføjet siden udgivelsen af *Klimapåvirkninger fra 60 bygninger* (SBI 2020:04) i LCAbyg, dog er disse faser udeladt i denne undersøgelse. Rapporten betragter derfor modulerne A1-3, B4, B6 og C3-4 for at bevare sammenligneligheden med den forrige referenceværdi for GWP fra *Klimapåvirkning fra 60 bygninger* (SBI 2020:04). Modulerne A4-5 vil blive indarbejdet i referenceværdier i takt med indsamlingen af data fra byggeprojekter i henhold til den Frivillige Bæredygtighedsklasse.



**FIGUR 2.** Livscyklusfaser iht. EN 15978. Faser (moduler), der er inkluderet i beregningerne, er markeret med mørkegrøn.

## Medtagne bygningsdele

De 60 bygninger er identiske med de analyserede i *Klimapåvirkninger fra 60 bygninger* (SBI 2020:04) på bygningsdelsniveau.

## Betragtningsperiode

LCA-resultater udregnes for betragtningsperioderne 50 og 80 år. Resultaterne viser dermed klimapåvirkning for driftsforbruget og udskiftning af byggevarer i løbet af 50 og 80 år.

## Tekniske installationer

Grundet manglende data for installationer i case-bygningerne medtog *Klimapåvirkning fra 60 bygninger* (SBI 2020:04) ikke de tekniske installationer i de enkelte case-bygninger, men korrigerede i stedet med 0,46 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år for alle case-bygninger. Dette tal blev beregnet ud fra de cases, som havde medtaget installationer.

Resultaterne i denne rapport er regnet ud fra de installationer, der er angivet i case-bygningerne, og ikke den korrigerede værdi. Det medfører, at påvirkningen fra installationer for nogle bygninger vil være lavere, end når den korrigerede værdi bruges, og lavere end de reelle påvirkninger i mange af case-bygningerne. For nærmere oplysninger, se bilag II i SBI 2020:04.

Alligevel er metoden valgt, da den er lettere at vedligeholde, når referenceværdierne skal opdateres. I takt med at case-bygningerne, der indgår i beregningen af referenceværdierne, kommer til at indeholde bedre data for tekniske installationer, vil referenceværdierne også blive mere retvisende på dette punkt.

## Udskiftning af byggevarer

Fase B4 indikerer klimapåvirkninger, som skyldes potentiel udskiftning af byggevarer med levetider under 50 og 80 år. Referenceværdier fra *Klimapåvirkning fra 60 bygninger* (SBI

2020:04) er udregnet i LCAbyg 4 beta. I LCAbyg 4 beta er der implementeret beregningsmetoder, der undlader at medregne udskiftninger for byggevarer med restlevetid på <10 år og byggevarer med restlevetid under 1/3 af den oprindeligt satte levetid for byggevaren. I LCAbyg 5 er beregningsmetoden for fase B4 ændret, således at der ikke længere er indbygget beregningsmetoder, der tager højde for restlevetider, og derfor medtages f.eks. udskiftninger for byggevarer med restlevetid <10 år i beregninger. Dette har formodentlig en betydning for resultatet for referenceværdien. Fase B4 kommer altså til at have højere klimapåvirkninger, da flere udskiftninger af byggevarer betragtes.

### Database

Livscyklusvurderingerne for de 60 bygninger består hovedsageligt af byggevarer tilgængelige i LCAbyg 5, som baseres på den tyske og generiske database Ökobaudat 2020. Dog er der i enkelte tilfælde benyttet branchespecifikke miljøvaredeklarationer.

Eftersom der ikke findes en dansk database for byggevarer på størrelse med Ökobaudat, er denne database valgt til udregning af klimapåvirkninger. Det er her vigtigt at have in mente, at Ökobaudat 2020 ikke nødvendigvis repræsenterer danske forhold relateret til ressourceforbrug og klimapåvirkning i forbindelse med produktionen og afskaffelsen af de repræsentative byggevarer. Det vurderes dog, at Ökobaudat 2020 er det bedste alternativ til miljødata på nuværende tidspunkt.

I scenarierne 2 og 4 vist i tabel 1 erstattes den generiske data fra Ökobaudat 2020 for beton- og træprodukter med de fem nye danske branche-EPD'er, som udkom efter udgivelsen *Klimapåvirkning fra 60 bygninger* (SBI 2020:04). Tre af EPD'erne er udgivet af Dansk Beton Fabriksbetonforeningen og udgør *Fabriksbeton (C20/25 SCC og C25/30)* (Dansk Beton Fabriksbetonforeningen, 2020a), *Fabriksbeton (C30/37 og C35/45 SCC)* (Dansk Beton Fabriksbetonforeningen, 2020b) og *Fabriksbeton (C35/45 – CEM I SR-5; C35/45 CEM I og C35/45 fugebeton)* (Dansk Beton Fabriksbetonforeningen, 2020c). De sidste to EPD'er er udgivet af Træ.dk og Træinformation og udgør *Dansk, utørret og opsavet konstruktionstræ af nåletræ* (Træ.dk c/o Træ- og Møbelindustrien, 2020a) og *Limtræ konstruktionstræprodukter af fyr og gran* (Træ.dk c/o Træ- og Møbelindustrien, 2020b). Afsnit 2.3 uddyber betydningen af databaser og EPD'er for LCA-resultater.

LCAbyg 5.0 inkluderer desuden opdaterede emissionsfaktorer for el- og fjernvarmeforsyning fremskrevet for årrækken 2020-2040 (Opdaterede emissionsfaktorer for el og fjernvarme, COWI, 2020). Denne rapport indebærer derfor også ændringer i klimapåvirkningen fra bygningsdriften for case-bygningerne, som kan have indflydelse på de tidligere beregnede referenceværdier.

## 2.3 Nye miljødata for bygningsdele og drift

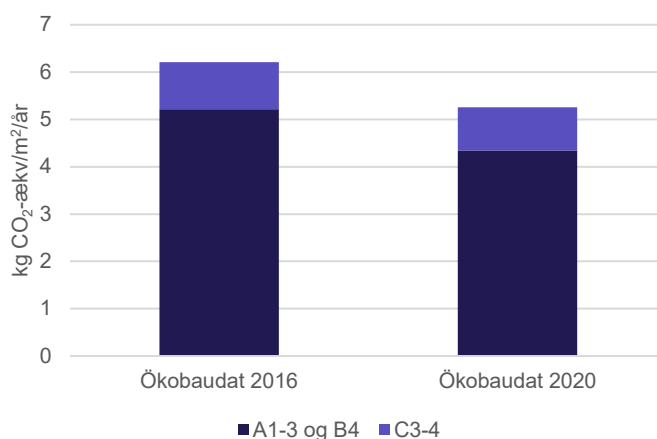
For at reducere kompleksiteten i praksis og muliggøre, at flere rådgivere og arkitekter kan arbejde med LCA, er der udviklet databaser med miljødata specielt til byggebranchen. En anden kilde til miljødata er miljøvaredeklarationer (EPD), som kan være udviklet for specifikke materialer i regi af producenter eller for en bredere produktgruppe i regi af brancheforeninger. En EPD kan altså benyttes, såfremt den er repræsentativ for et specifikt produkt inkluderet i det gældende projekt, eller hvis produktet tilhører den i EPD'en repræsenterede brancheforening.

På baggrund af rapporten *Klimapåvirkning fra 60 bygninger* (SBI 2020:04) har BUILD udarbejdet en forundersøgelse af forskellige udfordringer, der kan forekomme vedrørende LCA-data, herunder i hvor stort et omfang danske data foreligger, og hvilken indflydelse bru-

gen af disse vil have på de beregnede klimapåvirkninger. Derudover blev det undersøgt, hvilken forskel en opdatering af de tyske data inkluderet i LCAbyg v4 BETA (hovedsageligt data fra 2016 til data fra 2020) vil have på de beregnede klimapåvirkninger for de 60 bygninger. I forbindelse med undersøgelsen blev de 30 hyppigst forekomne byggevarer i bygningerne listet.

Resultaterne af denne undersøgelse viste, at en opdatering af data fra Ökobaumat 2016 i LCAbyg 4 beta til Ökobaumat 2020 typisk vil betyde et fald i de samlede klimapåvirkninger (GWP) for bygninger. Dog betyder det ofte en stigning i klimapåvirkningerne fra affaldshåndteringen, hvilket skyldes tilpasning af den generiske data for endt levetid for de pågældende byggevarer. Dette gælder bl.a. for isoleringsmaterialer, flere typer beton og tegl. Der forekommer få undtagelser, for hvilke påvirkningerne i GWP fra produktionen er steget fra de i LCAbyg 4 beta benyttede data til Ökobaumat 2020. Dette gælder teglsten til formur og solcelleanlæg.

Et eksempel på det forventede fald i de samlede klimapåvirkninger ved skiftet i data fra Ökobaumat 2016 til Ökobaumat 2020 er udarbejdet for bygning E01 (etagebolig) fra SBi 2020:04 og er illustreret i figur 3. Denne bygning er et større etagebyggeri med en tung betonkonstruktion. I eksemplet er alle data for de 30 hyppigst forekomne materialer, som indgår i bygningen, udskiftet med ny data fra Ökobaumat 2020. For materialer, der ikke er blandt top-30-materialer, er dataene ikke opdateret og er dermed fortsat data fra Ökobaumat 2016. Påvirkningerne er vist pr. m<sup>2</sup> pr. år, hvor betragtningsperioden er 50 år.



**FIGUR 3.** Påvirkninger i GWP fra bygningsdele (A1-3, B4 og C3-4) for bygning E01 fra udgivelsen *Klimapåvirkning af 60 bygninger* (SBi 2020:04) med data fra Ökobaumat 2016 ift. data for top-30-materialer fra Ökobaumat 2020.

Opdateringen af dataene fra top-30-listen resulterer i en samlet reduktion af påvirkningerne i GWP på knap 600 ton CO<sub>2</sub>-ækv. Derudover ses det, at klart størstedelen af reduktionen sker for produktionen (535 ton CO<sub>2</sub>-ækv), mens endt levetid kun reduceres med 47 ton CO<sub>2</sub>-ækv. Dette svarer til, at påvirkningerne fra produktionen er faldet med 17 %, mens de fra endt levetid er faldet med 8 %.

Desuden viste resultaterne store forskelle i affaldsbehandlingen mellem Ökobaumat 2020 og de benyttede EPD'er. Dette kan i høj grad skyldes nationale forskelle i affaldsbehandling. For de fleste produkter er de beregnede klimapåvirkninger fra affaldsbehandlingen lavere, når EPD'er for det danske marked benyttes, end når data fra Ökobaumat benyttes. For nogle materialer kan der være stor forskel på, hvor store klimapåvirkningerne fra affaldsbehandlingen er, alt afhængigt af hvilken metode der vælges, hvor-

for dette er vigtigt at afdække korrekt. Eksempelvis fremgik det af analysen, at der forekommer store forskelle (omkring 97 %) i klimapåvirkningerne fra affaldsbehandlingen af tagpap, hvis det antages at blive sendt til deponi i stedet for afbrænding.

For nogle materialer ses også store forskelle i klimapåvirkningerne fra produktionen mellem data fra Ökobaumat 2020 og de benyttede EPD'er. Dette gælder bl.a. for isoleringsmaterialer som stenuld og glasuld, som indtil nu er repræsenteret samlet i LCAbyg med et datasæt for mineraluld.

I bilag 1 er ændringerne i dataene for byggevarer fra Ökobaumat 2016 til Ökobaumat 2020 dokumenteret. Bilaget dokumenterer dog kun byggevarer relateret til de 60 opdaterede cases. Der kan være langt flere tilfælde og mere drastiske ændringer i data, end der er vist i rapporten.

Derudover er der – for at kunne sammenligne forskelle i data for LCA-resultaterne – i bilag 2 vist klimapåvirkning pr. 1 kg materiale for beton- og træprodukter for Ökobaumat 2020 og branche-EPD'er.

## 3 KLIMAPÅVIRKNINGER SET OVER EN 50-ÅRS BETRAGTNINGSPERIODE

### 3.1 Resultater fra LCA af 60 case-bygninger

#### Ökobaumat 2020 (scenarie 1)

I dette afsnit præsenteres klimapåvirkninger fra 60 bygninger for henholdsvis bygningsdele og bygningsdrift regnet over en 50-års betragtningsperiode med data fra Ökobaumat 2020. Det ses på figur 4 og bilag 3, at de samlede klimapåvirkninger fra bygninger varierer fra 6,3 til 13,8 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år. Dette indikerer en stor variation i klimapåvirkninger, hvor den samlede påvirkning kan være op til 2,2 gange større end den laveste klimapåvirkning. Det ses, at der er sket et fald i påvirkninger i forhold til værdier beregnet i SBi 2020:04, hvor klimapåvirkninger fra case-bygninger varierede fra 6,5 til 14,5 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år.

Resultaterne for bygningsdele varierer fra 4,4 til 10,8 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år. Klimapåvirkninger fra bygningsdele kan altså være 2,5 gange større for nogle bygninger end for andre. Disse klimapåvirkninger inkluderer kun transport i produktfasen (A1-3) og dermed ikke transport, der foregår under opførelsen af byggeriet (A4-5) (se figur 2). Desuden er opførelsen af bygningen (A5) ikke betragtet i livscyklusvurderingen. De reelle påvirkninger fra bygningsdele vil derfor være højere end de viste i beregningerne i denne rapport. Der er desuden kun taget hensyn til udskiftninger af byggevarer og ikke reparation og vedligehold. Det er derfor forventeligt, at der sker en forøgelse af klimapåvirkninger, hvis vedligehold og reparation af byggevarer i bygningsdele inkluderes.

Klimapåvirkninger fra bygningsdrift varierer fra 0,3 til 4,9 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år. For nogle bygninger er bygningsdriften altså op til 16,7 gange større end andre. Disse resultater baseres dog på energirammeberegninger og dermed ikke det aktuelle energiforbrug i bygningerne. Det aktuelle forbrug er typisk højere end den estimerede i energirammeberegningen, hvorfor den reelle klimapåvirkning fra bygningsdriften højst sandsynligt vil være højere end de dokumenterede i rapporten. Bemærk, at bygningsdrift for Enf11 ikke er medtaget grundet mangel på data.

På bilag 4 sammenlignes klimapåvirkning fra alle faser for alle case-bygninger opdelt efter bygningstype. De sammenlignede værdier består i resultater fra SBi 2020:04 og scenarie 1 og 2 i denne rapport.

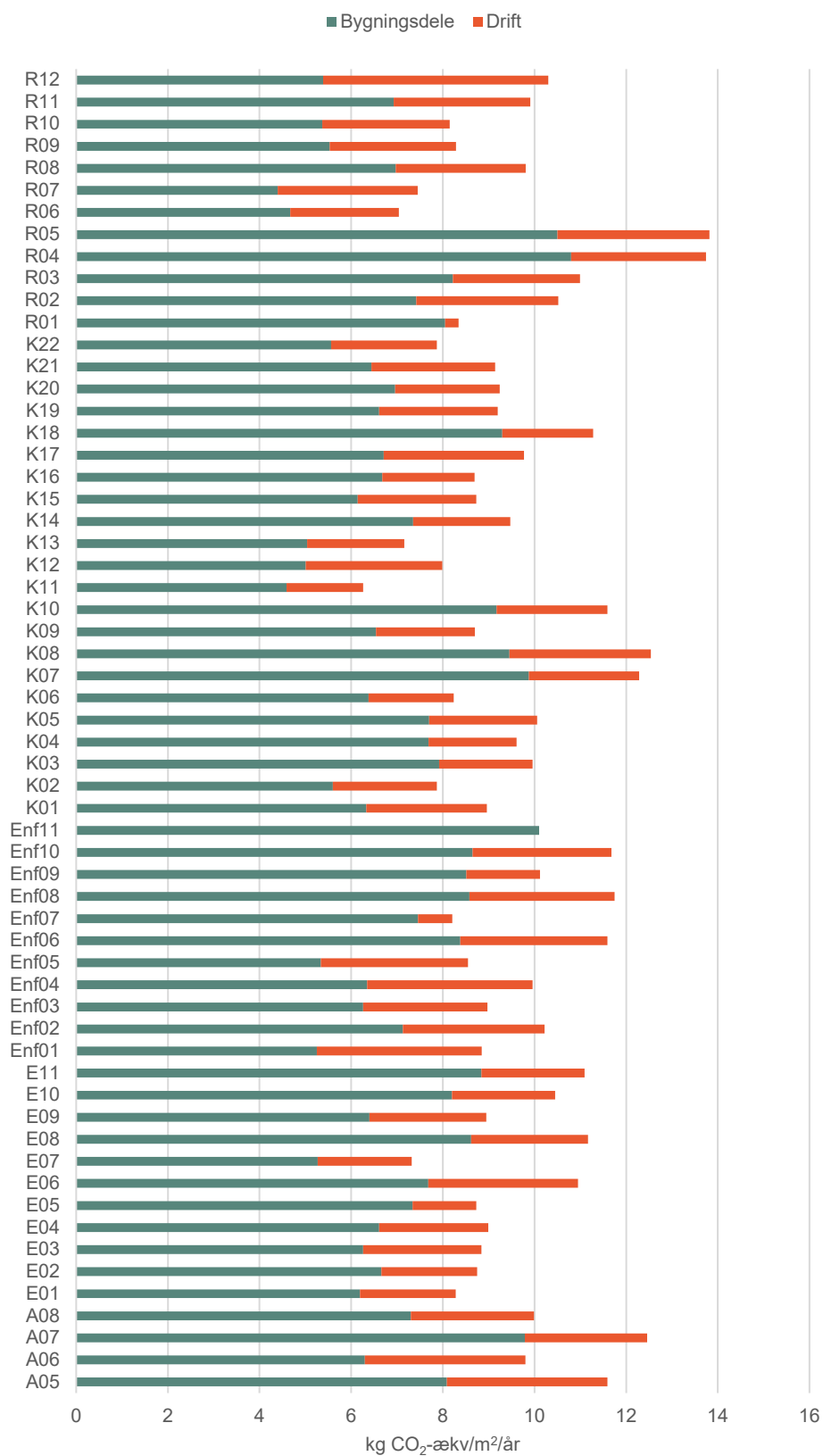
I afsnit 2.3 fremgik den forventede klimapåvirkning fra bygningsdele for E01. Det ses af bilag 3, at resultatet i denne rapport er 6,2 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år for bygningsdele. Med data fra Ökobaumat 2016 lå denne værdi ifølge SBi 2020:04 på 7 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år. Som forventet er der sket et fald i klimapåvirkningen fra bygningsdele for denne bygning på trods af potentielt flere udskiftninger af byggevarer. Til gengæld er der sket en stigning i klimapåvirkningen fra bygningsdele for bygning A05, hvilket kan ses i bilag 3.

I bilag 4 holdes resultater fra SBi 2020:04 op mod resultater for scenarie 1, og det kan ses i bilaget, at den samlede klimapåvirkning fra bygningstyperne læner sig op ad resultater fra SBi 2020:04 med data fra Ökobaumat 2016.

Det kan være svært at sige præcist, hvad der ligger til grund for en stigning eller et fald i klimapåvirkninger. Når det drejer sig om bygningsdele, afhænger det af materialesammensætningen i den pågældende bygning – altså på byggevareniveau – samt mængderne af de forskellige materialer. Som tidligere vist i bilag 1 er der sket ændringer i klimapåvirkningen

for 1 kg materialer i overgangen fra Ökobaumat 2016 til Ökobaumat 2020. I tilfælde, hvor bygninger indeholder en større mængde af disse byggevarer, vil klimapåvirkningen derfor enten stige eller falde, afhængigt af om der er stigning eller fald mellem databaseversionerne. Der er observeret nogle ændringer i materialernes densiteter mellem databaseversionerne, som også har en indflydelse på resultaterne.

Byggevarers klimapåvirkninger bestemmes af flere parametre. Ud over ændringer i processer under faserne produkt (A1-3) og endt levetid (C3-4) og i antallet af udskiftninger i brugsfasen (B4) kan ændringer i densitet og den samlede vægt af byggevarerne afgøre et fald eller en stigning i klimapåvirkningen i det pågældende datasæt. I denne rapport er der både observeret ændringer i processer, klimapåvirkning, densitet og vægt samt ændringer i beregningsmetoden for udskiftninger i LCAbyg.



**FIGUR 4.** Resultater for bygningsdele (A1-3, B4, C3-4) samt bygningsdrift (B6) for case-bygninger opgivet i GWP for 50-års betragtningsperiode med Ökobaudat 2020 (scenarie 1).



## Ökobaumat 2020 og branche-EPD'er (scenarie 2)

Klimapåvirkninger fra case-bygningerne i scenariet med data for både Ökobaumat 2020 og branche-EPD'er for beton- og træprodukter kan ses på figur 5 og bilag 3. Generelt er der sket en stigning i resultaterne, og den samlede klimapåvirkning for alle faser varierer fra 6,5 til 14,3 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år. Af tabel 2 fremgår resultater fra SBI 2020:04 sammenlignet med resultater fra scenarie 1 og 2. Her ses, at resultaterne for scenarie 2 er højere end for scenarie 1, og at resultaterne for scenarie 2 ligger i samme størrelsesorden som resultater fra SBI 2020:04.

TABEL 2. Tre forskellige resultater for klimapåvirkning fra case-bygninger set over en 50-års betragtningsperiode.

| Scenarie   | kg CO <sub>2</sub> -ækv/m <sup>2</sup> /år |
|--|--|
|  | Alle faser<br>A1-3, B4, B6, C3-4           |
| Ökobaumat 2016 og 50 år                              | 6,5 – 14,5                                 |
| Ökobaumat 2020 og 50 år (scenarie 1)                 | 6,3 – 13,8                                 |
| Ökobaumat 2020, branche-EPD'er og 50 år (scenarie 2) | 6,5 – 14,3                                 |

Resultaterne i scenarie 2 er udelukkende afhængige af bygningsdelene grundet udskiftningen med branche-EPD'er, hvorimod energiforbruget, B6, er fuldstændig uændret. Klimapåvirkningen for bygningsdelene er på denne baggrund fundet at variere fra 4,1 til 11,1 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år. Resultaterne varierer derfor med op til 2,7 gange højere klimapåvirkninger fra nogle bygningsdele end fra andre.

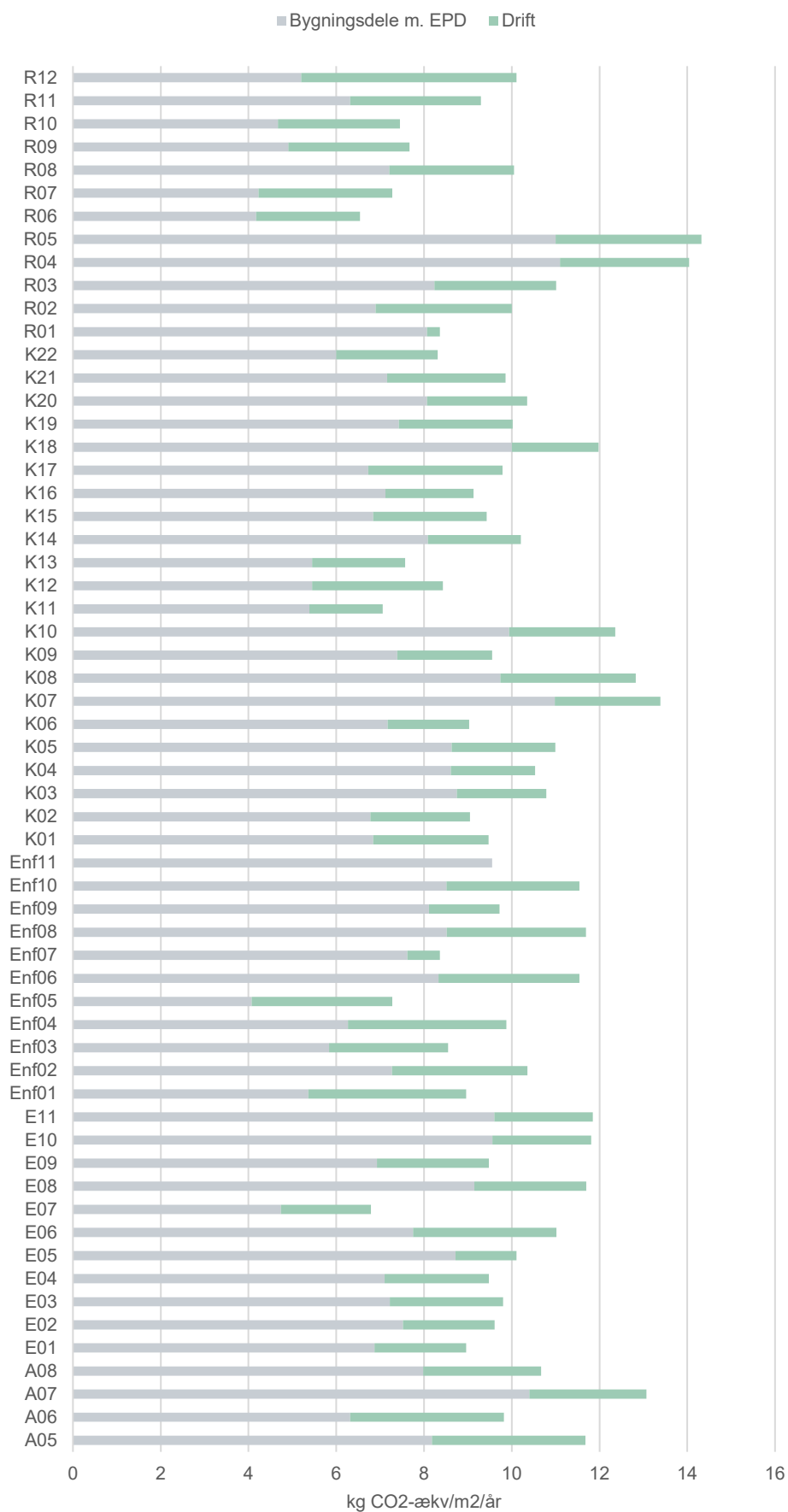
Stigningen i klimapåvirkningen stemmer overens med de forskelle, der er registreret i bilag 2, da EPD'er for betonprodukter har en højere klimapåvirkning pr. deklareret produkt i kg i forhold til Ökobaumat 2020. Til gengæld er densiteten for beton i EPD'erne lavere end opgivet i Ökobaumat, og derfor bliver stigningen i den samlede klimapåvirkning ved brug af EPD'er lavere, fordi mængden af beton i casene er opgivet i kubikmeter beton. Det samme gælder til gengæld ikke for letbeton, idet dataene i EPD'er og Ökobaumat er forskellige for anvendelse i henholdsvis formur og bagmur (se bilag 2). De forskellige betondata afviger dermed ikke meget fra hinanden, dog har branche-EPD-data stadig den højeste klimapåvirkning.

Til gengæld kan man se, at træprodukterne i branche-EPD'er både har lavere densitet og klimapåvirkning sammenlignet med Ökobaumat 2020. Derfor vil bygningsdele bestående af træ have større negativ indflydelse på klimapåvirkningen for den pågældende bygning. Generelt vil det betyde et fald i den samlede klimapåvirkning at gå fra Ökobaumat 2020 til branche-EPD'er for træ.

I forbindelse med udskiftningen fra Ökobaumat 2020-data til data fra branche-EPD'er for beton- og træprodukter er den største stigning sket for bygning E05, hvor klimapåvirkningen stiger med 1,4 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år. Derudover er der også sket fald i klimapåvirkninger, hvor det største fald er fundet for Enf05 med 1,3 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år.

Faldet i GWP for Enf05 kan forklares med tabel 1 i SBI 2020:04 og bilag 4. Her er det illustreret, at de overordnede bygningsdele for Enf05 primært består af træ. Faldet i GWP for denne bygning kan derfor skyldes de mere specifikke data for træprodukter benyttet i Danmark. Bygningsdele i E05 består primært af beton, hvorfor klimapåvirkningen ses at være steget ved brug af branche-EPD'er.

EPD'erne, som erstatter Ökobaumat 2020-data, dækker kun for beton-, letklinkerbeton- og træprodukter. Det vil sige, at betonprodukter som porebeton ikke er dækket af disse branche-EPD'er. For eksempel ses det, at resultatet for Enf11 i bilag 4 ikke indikerer den forventede stigning, da bygningsdelene består af porebeton.



**FIGUR 5.** Resultater for bygningsdele (A1-3, B4, C3-4) samt bygningsdrift (B6) for case-bygninger opgivet i GWP for 50-års betragtningsperiode med Ökobaudat 2020 og branche-EPD'er for beton- og træprodukter (scenarie 2).

## 4 KLIMAPÅVIRKNINGER SET OVER EN 80-ÅRS BETRAGTNINGSPERIODE

### 4.1 Resultater fra LCA af 60 case-bygninger

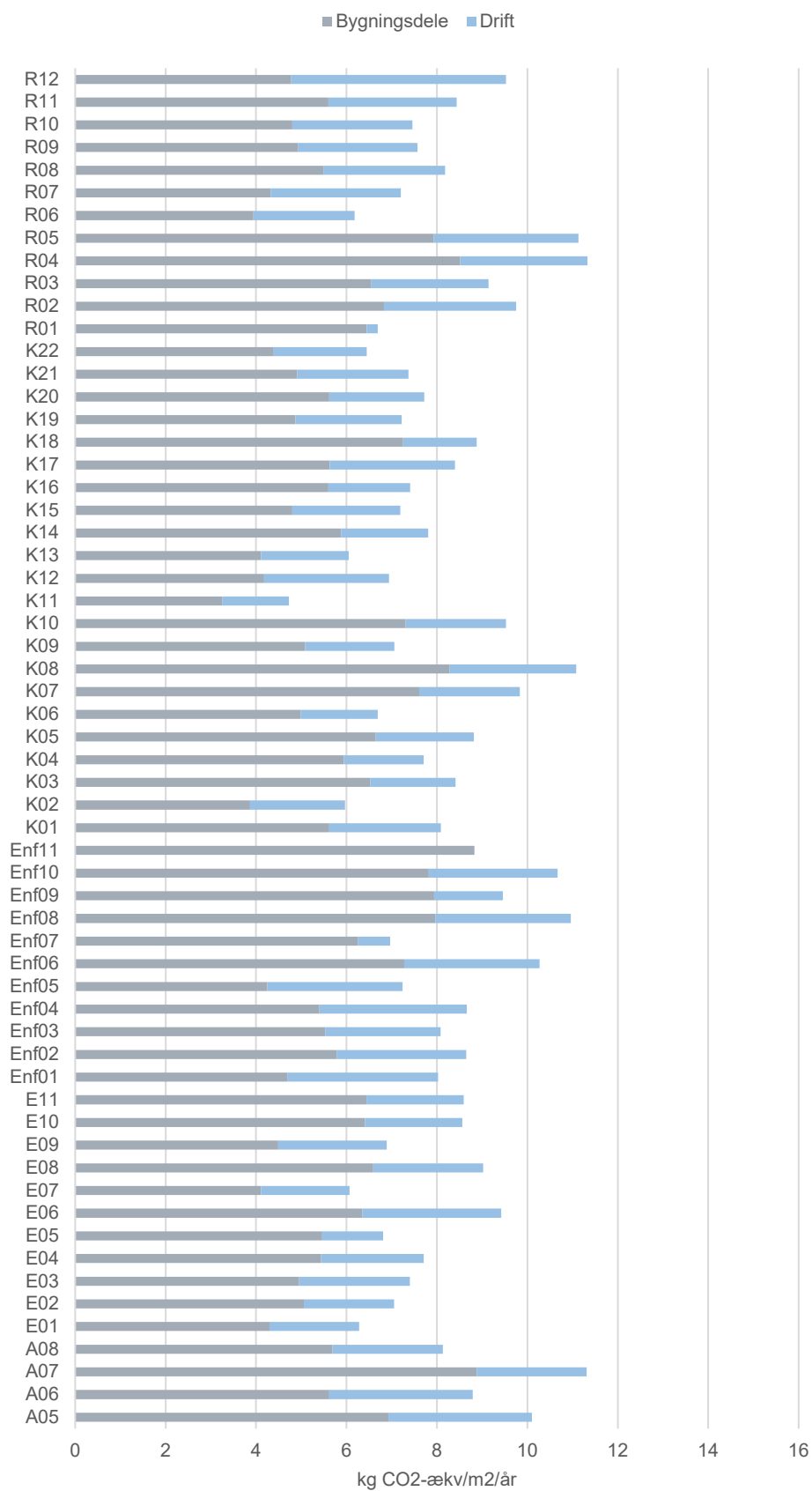
#### Ökobaumat 2020 (scenarie 3)

Klimapåvirkninger set over en 80-års betragtningsperiode for 60 bygninger præsenteres i dette afsnit. Det fremgår af figur 6 og bilag 3, at påvirkninger fra bygningerne varierer fra 4,7 til 11,3 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år. Nogle bygninger har op til 2,4 gange større klimapåvirkning end andre bygninger. Sammenlignet med resultaterne fra SBI 2020:04 er der altså sket et generelt fald, da klimapåvirkningen varierede fra 4,9 til 12,4 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år.

På bilag 4 vises resultater for scenarier 3 og 4 sammenholdt med resultater fra SBI 2020:04 fordelt på bygningstyper. Klimapåvirkning fra bygningsdele set over en 80-års betragtningsperiode varierer fra 3,3 til 8,9 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år, og bygningsdrift varierer fra 0,2 til 4,8 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år. Dette betyder, at klimapåvirkninger fra nogle bygningsdele i henhold til en 80-års betragtningsperiode kan være op til 2,7 gange større end klimapåvirkninger fra andre bygningsdele, og fra drift op til 19,7 gange større.

Ligesom af resultaterne for en 50-års betragtningsperiode gælder det, at de reelle klimapåvirkninger for bygningsdele formentlig vil være højere, da man ikke betragter alle livscyklusfaser i en livscyklusvurdering. Den reelle klimapåvirkning fra bygningsdrift vil også være højere end den beregnede grundet data, der stammer fra energirammeberegningen. Ligeledes bemærkes det, at bygningsdrift for Enf11 på grund af mangel på data ikke er betragtet.

Som nævnt betragtes flere udskiftninger af byggevarer i LCAbyg 5, og de scenarier, hvor der især vil forekomme flere udskiftninger, er scenarierne 3 og 4 med 80 år som betragtningsperiode. Den forventede stigning i klimapåvirkningen fra fase B4 ser ikke ud til at finde sted, da resultater fra SBI 2020:04 og scenarie 3 ikke ser ud til at afvige meget fra hinanden. Dette kan skyldes, at klimapåvirkningen for byggevarerne er faldet siden Ökobaumat 2016 og levetiden bibeholdt. Det fremgår af bilag 1, at klimapåvirkningen for tagpap er faldet betydeligt, mens levetiden stadig er 20 år. Til gengæld er klimapåvirkningen for solceller steget, mens levetiden stadig er 25 år. Dette kan resultere i en udligning i resultaterne, og det kan være en forklaring på, hvorfor klimapåvirkningen i forbindelse med overgangen fra Ökobaumat 2016 til Ökobaumat 2020 ikke forårsager væsentlige ændringer (se bilag 4).



**FIGUR 6.** Resultater for bygningsdele (A1-3, B4, C3-4) samt bygningsdrift (B6) for case-bygninger opgivet i GWP for 80-års betragtningsperiode med Økobaudat 2020 (scenario 3).

## Ökobaumat 2020 og branche-EPD'er (scenarie 4)

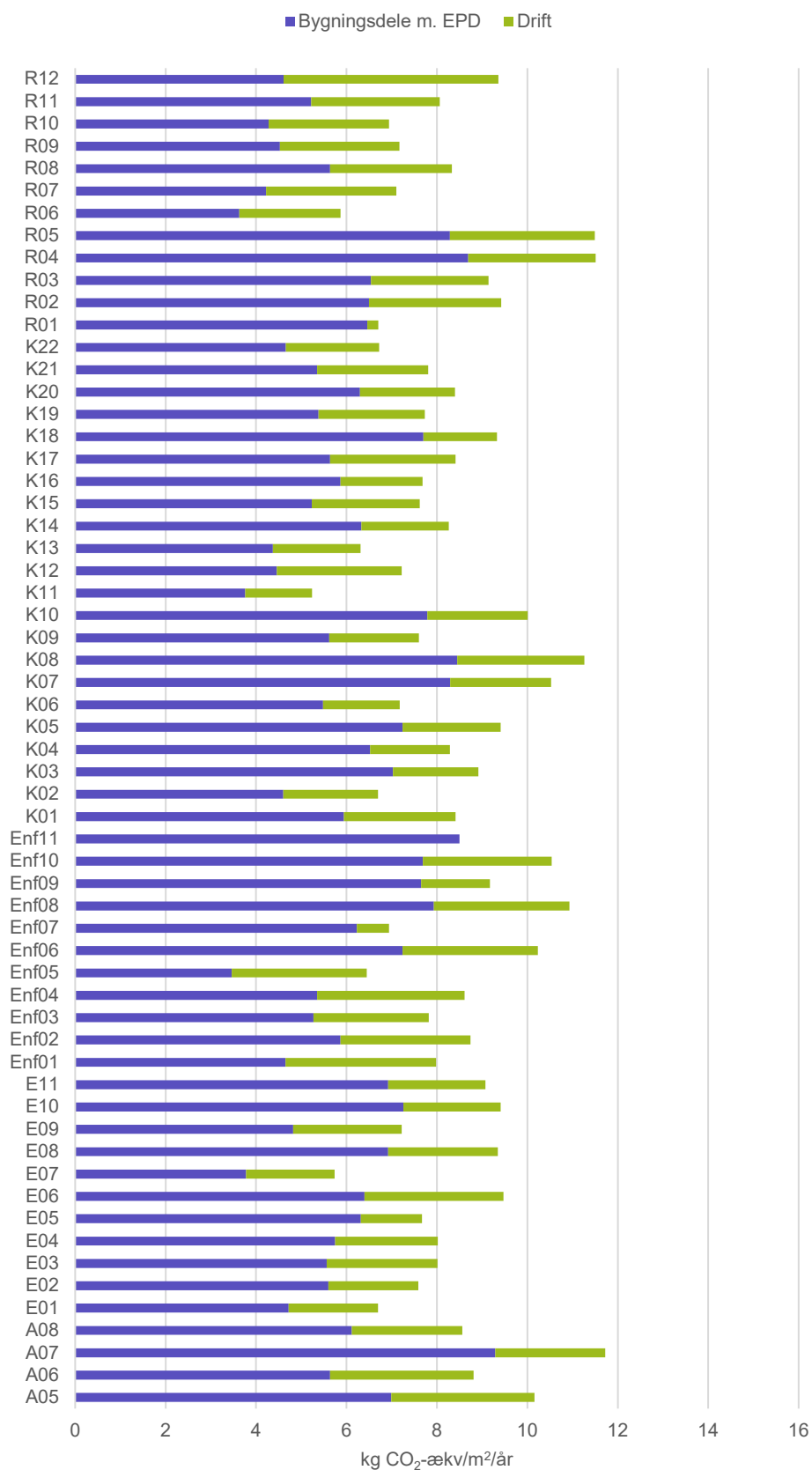
LCA-resultater set over en 80-års betragtningsperiode, hvor data for beton- og træprodukter fra Ökobaumat 2020 er erstattet med data fra EPD'er, beskrives her. Resultaterne for alle faser ligger i intervallet 5,2 til 11,7 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år ifølge figur 7 og bilag 3. Tabel 3 viser resultater for en 80-års betragtningsperiode fra SBI 2020:04 og scenarie 3 og 4 fra denne rapport. Det fremgår i tabellen, at scenarie 3 resulterer i lavere miljøpåvirkninger end i scenarie 4, og at scenarie 4 tilnærmer sig resultater fra SBI 2020:04 mere end scenarie 3.

TABEL 3. Tre forskellige resultater for klimapåvirkning fra case-bygninger set over en 50-års betragtningsperiode.

| Scenarie   | kg CO <sub>2</sub> -ækv/m <sup>2</sup> /år |
|--|--|
|  | Alle faser<br>A1-3, B4, B6, C3-4           |
| Ökobaumat 2016 og 80 år                              | 4,9 – 12,4                                 |
| Ökobaumat 2020 og 80 år (scenarie 3)                 | 4,7 – 11,3                                 |
| Ökobaumat 2020, branche-EPD'er og 50 år (scenarie 4) | 5,2 – 11,7                                 |

Ligesom for scenariet for 50 år er resultater for drift uændret. Klimapåvirkning fra bygningsdele er fundet til at variere fra 3,5 til 9,3 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år. Dette indikerer, at klimapåvirkning fra nogle bygningsdele er op til 2,7 gange større end fra andre.

Der ses igen en stigning i resultaterne, hvor den største stigning ses for E05 med 0,9 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år. Ligeledes ses der et fald på 0,8 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år for Enf05. Disse ændringer skyldes formentlig igen materialesammensætning for de enkelte bygninger, som beskrevet tidligere i afsnit 3.



**FIGUR 7.** Resultater for bygningsdele (A1-3, B4, C3-4) samt bygningsdrift (B6) for case-bygninger opgivet i GWP for 80-års betragtningsperiode med Ökobaudat 2020 og branche-EPD'er for beton- og træprodukter (scenarie 4).

## 5 OPDATEREDE REFERENCEVÆRDIER

### 5.1 Referenceværdier baseret på LCA fra 60 case-bygninger

Det fremgår af bilag 4, at klimapåvirkningen for de enkelte case-bygninger har ændret sig siden SBI 2020:04. Dog ses det, at når resultaterne for alle 60 case-bygninger sammenslutes til referenceværdierne fordelt over kvartiler a 25 %, 50 % og 75 %, som givet i tabel 4 og figur 8, sker der ikke betydelige ændringer. Det ses, at medianværdien for GWP, med data fra Ökobaumat 2020 baseret på alle livscyklusfaser for 50 år, ligger på 9,5 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år, hvilket svarer til samme værdi fra den tidligere SBI 2020:04-rapport. Medianværdien for betragtningsperioden for 80 år med data fra Ökobaumat 2020 anses for at være stort set uændret, eftersom den er beregnet til 8,1 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år, hvilket svarer til en stigning på 1 % siden udgivelsen af *Klimapåvirkninger fra 60 bygninger*.

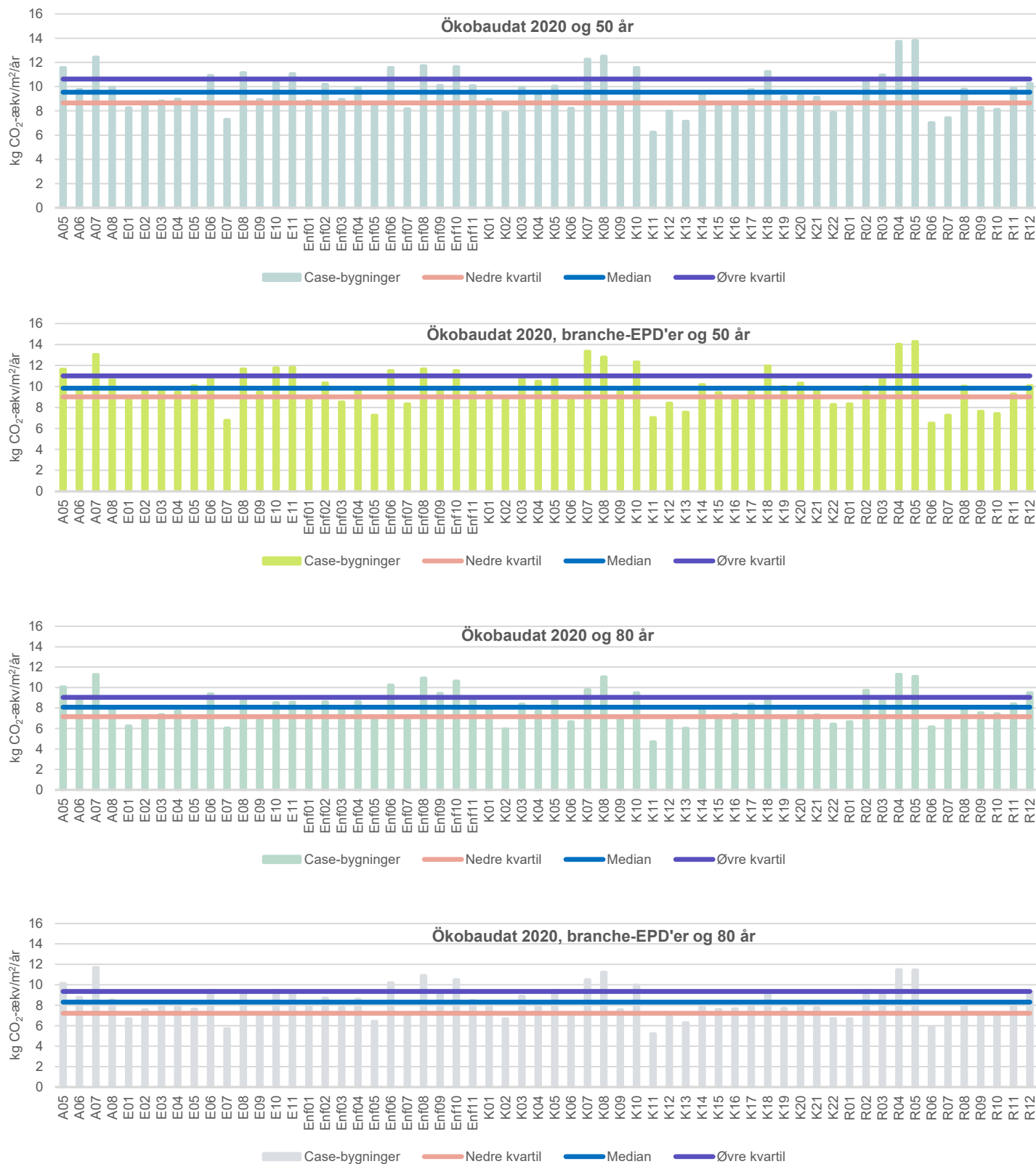
Yderligere ses det, at klimapåvirkningen fra de enkelte case-bygninger har ændret sig, i takt med at generisk data for beton- og træprodukter i Ökobaumat 2020 er blevet erstattet med branche-EPD-data. Sammenslutningen af klimapåvirkningen for alle 60 case-bygninger til referenceværdier resulterer i en medianværdi, der ligger mellem 9,8 og 8,3 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år for henholdsvis 50- og 80-års betragtningsperioder. Referenceværdierne for alle bygninger, der er relateret til EPD-udskiftninger, er steget med 3 % og 2,5 % for henholdsvis 50- og 80-års betragtningsperioder. Det skal noteres, at selvom branche-EPD'erne resulterer i højere referenceværdier, anses det at være mest retvisende at anvende dem til beregninger af danske referenceværdier, idet de repræsenterer de danske forhold for beton- og træprodukter.

**TABEL 4.** Opdaterede referenceværdier for GWP opdelt i værdier for bygningsdrift, bygningsdele og samlet. Referenceværdier er baseret på et kvartilsæt, som er udregnet for de fire LCA-scenarier.

| Scenarie  | Datakilde     | Referenceværdi [kg CO <sub>2</sub> -ækv/m <sup>2</sup> /år] |       |                    |
|---|---------------|---|-------|--------------------|
|   |               | Bygningsdele  | Drift | Alle faser         |
|   |               | A1-3, B4, C3-4  | B6    | A1-3, B4, B6, C3-4 |
| <b>50 år og Ökobaumat 2020 (scenarie 1)</b>                   | Nedre kvartil | 6,2   | 2,1   | 8,7                |
|   | Median        | 7,0   | 2,6   | 9,5                |
|   | Øvre kvartil  | 8,2   | 3,0   | 10,6               |
| <b>50 år og Ökobaumat 2020 inkl. branche-EPD (scenarie 2)</b> | Nedre kvartil | 6,3   | 2,1   | 9,0                |
|   | Median        | 7,3   | 2,6   | 9,8                |
|   | Øvre kvartil  | 8,5   | 3,1   | 11,0               |
| <b>80 år og Ökobaumat 2020 (scenarie 3)</b>                   | Nedre kvartil | 4,2   | 2,0   | 7,1                |
|   | Median        | 5,6   | 2,4   | 8,1                |
|   | Øvre kvartil  | 6,6   | 2,8   | 8,9                |
| <b>80 år og Ökobaumat 2020 inkl. branche-EPD (scenarie 4)</b> | Nedre kvartil | 5,1   | 2,0   | 7,2                |
|   | Median        | 5,9   | 2,4   | 8,3                |
|   | Øvre kvartil  | 7,0   | 2,8   | 9,3                |

Se bilag 5 for at sammenligne referenceværdier fra SBI 2020:04 med de i tabel 4 viste værdier.





Figur 8. Referenceværdier for GWP i kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år for alle fire LCA-scenarier vist for alle case-bygninger.

## 6 OPSUMMERING

Rapporten opdaterer referenceværdier for GWP på baggrund af det eksisterende arbejde i udgivelsen *Klimapåvirkninger fra 60 bygninger* (SBI 2020:04), og der etableres derved nye referenceværdier for GWP med data fra danske branche-EPD'er for beton- og træprodukter. Analysen viser, at for scenarie 1 og 3, hvor data stammer fra Ökobaudat 2020, resulterer sammenslutningen af klimapåvirkninger fra alle 60 case-bygninger ikke i en ændring i medianværdien for referencen. Dog sker der individuelle ændringer i hver case-bygning, hvilket kan forklares med ændringer i datasæt, f.eks. i produktion, affaldsbehandlingsform, densitet og klimapåvirkning samt ændringer i LCA-værktøjets metode for udskiftninger i B4.

De nyetablerede referenceværdier for scenarie 2 og 4 er højere end for dem i scenarie 1 og 2, hvilket forklares med de benyttede branche-EPD'er. Disse stigninger i referenceværdien betragtes ikke som væsentlige, da det svarer til en procentvis afvigelse på 8 %. Det er dog mere retvisende for den danske byggebranche at benytte danske branchespecifikke data.

## REFERENCER

- COWI og Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen. (2020). *Opdaterede emissionsfaktorer for el og fjernvarme*. 1–16.
- Dansk Beton Fabriksbetonforeningen. (2020a). *Fabriksbeton (C20/25 SCC og C25/30)*.
- Dansk Beton Fabriksbetonforeningen. (2020b). *Fabriksbeton (C30/37 og C35/45 SCC)*.
- Dansk Beton Fabriksbetonforeningen. (2020c). *Fabriksbeton (C35/45 – CEM I SR-5; C35/45 CEM I og C35/45 fugebeton)*.
- Træ.dk c/o Træ- og Møbelindustrien. (2020a). *Dansk, utørret og opsavet konstruktionstræ af nåletræ*. 1–12.
- Træ.dk c/o Træ- og Møbelindustrien. (2020b). *Limtræ konstruktionstræprodukter af fyr og gran*. 1–12.
- Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen. (2020). *Vejledning om den frivillige bæredygtigheds-klasse*. 91.
- Zimmermann, R.K., Andersen, C.E., Kanafani, K., & Birgisdóttir, H. (2020). *Klimapåvirkning fra 60 bygninger*.

## **BILAG 1 ÆNDRINGER I MILJØDATA**

Dette bilag undersøger ændringer i miljødata for udvalgte byggevarer i forbindelse med overgangen fra Ökobaumat 2016 til Ökobaumat 2020.

**TABEL 5.** Totale indlejrede GWP (A1-3 + C3-4) pr. kg materiale for udvalgte byggevarer og den procentvise ændring fra Ökobaudat 2016 til Ökobaudat 2020.

| Gruppe         | Materiale  | Totalt GWP<br>kg CO <sub>2</sub> -ækv/kg materiale |                   |                | Bemærkning   |
|----------------|--|--|-------------------|----------------|--|
|                |  | Ökobaudat<br>2016                                  | Ökobaudat<br>2020 | Ændring<br>(%) |  |
|                |  | A1-3, C3-4   | A1-3, C3-4        | A1-3, C3-4     |  |
| Beton          | Beton C20/25<br>Fabriksbeton og betonelementer                           | 0,091  | 0,077             | -15            | 1)   |
|                | Beton C50/60<br>Fabriksbeton og betonelementer                           | 0,140  | 0,128             | -9             | 1)<br>GWP fra C3-4 steget<br>335 %   |
|                | Beton C45/55<br>Fabriksbeton og betonelementer                           | 0,133  | 0,122             | -9             | 1)   |
|                | Beton C35/45<br>Fabriksbeton og betonelementer                           | 0,113  | 0,104             | -8             | 1)   |
|                | Letklinkerbetonblok, ydervæg   | 0,337  | 0,350             | 4              | 1), 2)<br>Større ændring i densitet<br>GWP fra C3-4 steget<br>146 %              |
|                | Beton C30/37<br>Fabriksbeton og betonelementer                           | 0,097  | 0,094             | -4             | 1)<br>GWP fra C3-4 steget<br>335 %   |
|                | Beton C20/25, Fabriksbeton   | 0,107  | 0,104             | -3             | Mindre ændring i densitet<br>GWP fra C3-4 steget<br>146 %                        |
|                | Porebeton 472 kg/m3  | 0,491  | 0,478             | -3             | Mindre ændring i densitet<br>GWP fra C3-4 steget<br>146 %                        |
| Cement         | Kalkcementmørtel   | 0,256  | 0,129             | -50            | 2)<br>Større ændring i densitet  |
|                | Gipskartonplade 13 mm, hulplade  | 0,23   | 0,175             | -26            | 1)<br>GWP fra C3-4 steget<br>450 %   |
|                | Afretningslag, cementbaseret   | 0,171  | 0,199             | 16             | Større ændring i densitet  |
|                | Mørtel, fliseklæber  | 0,384  | 0,363             | -5             | 1)   |
| Døre           | Mørtel, fliseklæber  | 1,827  | 4,050             | 122            | Større ændring i densitet  |
|                | Dør, alu, T30/EI30<br>(to produkter under samme<br>navn i LCAbyg 4 beta) | 2,182  | 4,050             | 86             | Større ændring i densitet<br>GWP fra C3-4 faldet<br>120 %                        |
|                | Dør, alu, hoveddør   | 10,604   | 3,703             | -65            | Større ændring i densitet<br>GWP fra C3-4 steget<br>269 %                        |
|                | Dør, indvendig dør   | 1,237  | 0,604             | -51            | Ændring i bestanddele<br>Ingen data for C3-4 i 2016<br>Større ændring i densitet |
| Folie/tagpap   | Tagpap, bitumen undermembran   | 3,056  | 0,574             | -81            | 1)   |
|                | Tagpap, top, skiferbestrøet  | 3,436  | 0,945             | -73            | 1)   |
|                | Dampspærre, bitumen  | 0,667  | 0,487             | -27            | Større ændring i densitet<br>Ingen data for C3-4 i 2016                          |
|                | Dampspærre PA  | 13,335   | 11,592            | -13            | 1)   |
|                | Tagfolie EPDM  | 6,983  | 7,700             | 10             | 1)   |
| Glas           | 3-lags-rude  | 6,047  | 2,043             | -66            | 1)<br>Større ændring i densitet<br>GWP fra C3-4 steget<br>768 %                  |
|                | Glas 3 mm  | 3,552  | 1,349             | -62            | Større ændring i densitet  |
|                |  | 1,374  | 1,349             | -2             | Mindre ændring i densitet  |
|                | Termorude 2x4 mm, argonfyldt   | 1,889  | 1,846             | -2             | 1)<br>Mindre ændring i densitet<br>GWP fra C3-4 steget<br>565 %                  |
| Gulv           | Trægulv, stavparket, 22 mm   | 0,535  | 0,744             | 39             | 1)   |
|                | Linoleum, gulvbelægning  | 2,690  | 0,117             | -96            |  |
|                | Laminatgulv 8mm  | 1,211  | 1,104             | -9             | 2)<br>Mindre ændring i densitet  |
| Installationer | Varmpumpe,<br>jordvarmesonde, 10 kW                                      | 2,135  | 1,528             | -28            | Større ændring i densitet  |
|                | Cirkulationspumpe 50-250 W   | 6,077  | 5,540             | -9             |  |
|                | Ventilationsaggregat m.<br>Varmegenindvinding 10.000 m3/h                | 3,847  | 4,006             | 4              |  |

|           |   |        |        |     |   |
|-----------|---|--------|--------|-----|---|
| Metaller  | Aluminiumsplade   | 10,691 | 10,469 | -2  | 1)  |
|           | Stål, rustfast plade  | 3,813  | 3,428  | -10 |   |
|           | Armeringsnet  | 0,751  | 0,684  | -9  |   |
|           | Stålprofil  | 1,025  | 0,995  | -3  |   |
| Overflade | Overflade, facademaling, silikoneharpiks                    | 3,454  | 1,271  | -63 | 1)  |
|           | Overflade, facademaling, akrylmaling                        | 4,764  | 2,121  | -55 | 1)  |
|           | Overflade, indendørsmaling, emulsi-<br>onsmaling, slidstærk | 5,367  | 2,636  | -51 | 1)  |
| Plast     | Fiberdug, PE/PP   | 5,365  | 6,290  | 17  | 1)  |
|           | Kabelbakke, hård PVC  | 4,623  | 5,022  | 9   |   |
|           | Plastplade, transparent, PC                                 | 8,003  | 8,161  | 2   | 1)  |
| Træ       | Konstruktionstræ, KVH-kvalitet                              | 0,355  | 0,613  | 73  | 1)<br>Mindre ændring i densitet                           |
|           | Træ, gran   | 0,229  | 0,382  | 67  | 1)  |
|           | Træ, fyrretræ   | 0,223  | 0,368  | 65  | 1)  |
|           | Krydsfinerplade   | 0,798  | 0,627  | -21 | 1), 2)<br>Større ændring i densitet                       |
|           | Spånplade   | 0,689  | 0,564  | -18 | 1), 2)<br>Større ændring i densitet                       |
|           |   |        |        |     |   |
| Vindue    | EPDM-tætning til aluminiumsprofil                           | 3,976  | 9,488  | 139 | GWP fra C3-4 steget med<br>612 %                          |
|           | Vindueskarm, træ  | 3,683  | 1,738  | -53 | 1)<br>Større ændring i densitet                           |
|           | Vinduesramme, pulverlakeret<br>aluminium                    | 11,348 | 12,799 | 13  | 1)<br>Større ændring i densitet                           |
|           | Karmprofil, termisk separeret<br>aluminium, pulverlakeret   | 11,524 | 12,799 | 11  | 1)<br>Større ændring i densitet                           |
| Øvrige    |   |        |        |     | 1)  |
|           | Grus 2-32 mm  | 0,006  | 0,010  | 69  | Mindre ændring i densitet<br>GWP fra C3-4 steget<br>147 % |
|           | Solcelleanlæg 1000 kWh/m2*a                                 | 24,528 | 34,314 | 40  | 1), 2)<br>Uden egenproduktion                             |
|           | Teglsten, formur  | 0,230  | 0,301  | 31  | 1)  |
|           | EPS-isolering til vægge og<br>tage 035                      | 5,147  | 5,934  | 15  | 1)  |
|           | Naturstensplade, hård, gulv                                 | 0,729  | 0,615  | -16 | 1)<br>GWP fra C3-4 steget 76 %                            |
|           | Glasfiberdug  | 2,842  | 2,459  | -13 | GWP fra A1-3 steget<br>671 %                              |
|           | Singels 2-15 mm   | 0,019  | 0,021  | 12  | 1)<br>GWP fra C3-4 steget<br>147 %                        |

- 1) Ny data i Ökobaudat 2020 muliggør produktspecifikt data for endt levetid (C3-4) sammenlignet med generisk data benyttet fra Ökobaudat 2016.  
2) Der benyttes nyt datasæt for produkt (A1-3) fra Ökobaudat i 2020 sammenlignet med Ökobaudat 2016.

## **BILAG 2 BRANCHE-EPD'ER**

Dette bilag viser klimapåvirkning pr. 1 kg beton- og træprodukt fra branche-EPD'er sammenlignet med Ökobaudat 2020.

TABEL 6. Klimapåvirkning for beton- og træprodukter fra branche-EPD'er sammenlignet med Ökobaudat 2020 pr. 1 kg materiale.

| Byggevarer                       | Ökobaudat 2020<br>[kg CO <sub>2</sub> -ækv/m <sup>3</sup> ] |     |    |     | Densitet<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | GWP<br>[kg CO <sub>2</sub> -ækv/kg] | Branche-EPD<br>[kg CO <sub>2</sub> -ækv/m <sup>3</sup> ] |     |    |     | Densitet<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | GWP<br>[kg CO <sub>2</sub> -ækv/kg] |
|----------------------------------|---|-----|----|-----|----------------------------------|-------------------------------------|--|-----|----|-----|----------------------------------|-------------------------------------|
| <i>Beton</i>                     | A1-3  | C3  | C4 | Sum |                                  |                                     | A1-3   | C3  | C4 | Sum |                                  |                                     |
| <b>Beton C20/25</b>              | 178   | 6   | 0  | 184 | 2400                             | 0,077                               | 229  | 7   | 5  | 241 | 2212                             | 0,109                               |
| <b>Beton C25/30</b>              | 197   | 6   | 0  | 203 | 2400                             | 0,085                               | 242  | 7   | 5  | 254 | 2246                             | 0,113                               |
| <b>Beton C30/37</b>              | 219   | 6   | 0  | 225 | 2400                             | 0,094                               | 288  | 7   | 5  | 300 | 2255                             | 0,133                               |
| <b>Beton C35/45</b>              | 244   | 6   | 0  | 250 | 2400                             | 0,104                               | 309  | 7   | 5  | 320 | 2254                             | 0,142                               |
| <b>Beton C45/55</b>              | 286   | 6   | 0  | 292 | 2400                             | 0,122                               | 437  | 7   | 5  | 449 | 2229                             | 0,201                               |
| <i>Letbeton</i>                  |   |     |    |     |                                  |                                     |  |     |    |     |                                  |                                     |
| <b>Letklinkerbeton, ydervæg</b>  | 172   | 3   | 0  | 175 | 501                              | 0,350                               | 196  | 2   | 1  | 199 | 600                              | 0,331                               |
| <b>Letklinkerbeton, indervæg</b> | 213   | 5   | 0  | 217 | 701                              | 0,310                               | 196  | 2   | 1  | 199 | 600                              | 0,331                               |
| <i>Træ</i>                       |   |     |    |     |                                  |                                     |  |     |    |     |                                  |                                     |
| <b>Konstruktionsstrø</b>         | -640  | 929 | 0  | 288 | 529                              | 0,545                               | -680   | 728 | 0  | 48  | 456                              | 0,105                               |
| <b>Limtræ</b>                    | -591  | 904 | 0  | 314 | 515                              | 0,609                               | -610   | 743 | 0  | 133 | 500                              | 0,266                               |



## **BILAG 3 LCA-RESULTATER FOR CASE-BYGNINGER**

I dette bilag præsenteres resultater for GWP. Klimapåvirkning fra bygningsdele (A1-3, B4, C3-4) og drift (B6) samt samlet for alle faser er vist for de enkelte bygninger for henholdsvis 50 og 80 år baseret på de fire opstillede scenarier for data.

## Resultater for betragtningsperiode på 50 år

TABEL 7. Resultater for case-bygninger for GWP [kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år] for betragtningsperioden på 50 år med data fra Ökobaumat 2020.

| Ökobaumat 2020 | kg CO <sub>2</sub> -ækv/m <sup>2</sup> /år |          |                    |
|----------------|--|----------|--------------------|
|                | Byggningsdele                              | Drift    | Alle faser         |
|                | A1-3, B4, C3-4                             | B6       | A1-3, B4, B6, C3-4 |
| A05            | 8,09E+00                                   | 3,50E+00 | 1,16E+01           |
| A06            | 6,30E+00                                   | 3,50E+00 | 9,80E+00           |
| A07            | 9,79E+00                                   | 2,67E+00 | 1,25E+01           |
| A08            | 7,30E+00                                   | 2,69E+00 | 9,99E+00           |
| E01            | 6,19E+00                                   | 2,09E+00 | 8,28E+00           |
| E02            | 6,66E+00                                   | 2,09E+00 | 8,75E+00           |
| E03            | 6,26E+00                                   | 2,58E+00 | 8,84E+00           |
| E04            | 6,61E+00                                   | 2,38E+00 | 8,99E+00           |
| E05            | 7,34E+00                                   | 1,39E+00 | 8,73E+00           |
| E06            | 7,68E+00                                   | 3,27E+00 | 1,10E+01           |
| E07            | 5,27E+00                                   | 2,05E+00 | 7,32E+00           |
| E08            | 8,62E+00                                   | 2,55E+00 | 1,12E+01           |
| E09            | 6,40E+00                                   | 2,55E+00 | 8,95E+00           |
| E10            | 8,20E+00                                   | 2,25E+00 | 1,05E+01           |
| E11            | 8,84E+00                                   | 2,25E+00 | 1,11E+01           |
| Enf01          | 5,25E+00                                   | 3,60E+00 | 8,85E+00           |
| Enf02          | 7,13E+00                                   | 3,09E+00 | 1,02E+01           |
| Enf03          | 6,26E+00                                   | 2,71E+00 | 8,97E+00           |
| Enf04          | 6,35E+00                                   | 3,61E+00 | 9,96E+00           |
| Enf05          | 5,34E+00                                   | 3,21E+00 | 8,55E+00           |
| Enf06          | 8,38E+00                                   | 3,21E+00 | 1,16E+01           |
| Enf07          | 7,46E+00                                   | 7,44E-01 | 8,20E+00           |
| Enf08          | 8,58E+00                                   | 3,17E+00 | 1,18E+01           |
| Enf09          | 8,51E+00                                   | 1,61E+00 | 1,01E+01           |
| Enf10          | 8,65E+00                                   | 3,03E+00 | 1,17E+01           |
| Enf11          | 1,01E+01                                   | 0,00E+00 | 1,01E+01           |
| K01            | 6,33E+00                                   | 2,63E+00 | 8,96E+00           |
| K02            | 5,60E+00                                   | 2,27E+00 | 7,87E+00           |
| K03            | 7,92E+00                                   | 2,04E+00 | 9,96E+00           |
| K04            | 7,69E+00                                   | 1,92E+00 | 9,61E+00           |
| K05            | 7,70E+00                                   | 2,36E+00 | 1,01E+01           |
| K06            | 6,38E+00                                   | 1,86E+00 | 8,24E+00           |
| K07            | 9,88E+00                                   | 2,41E+00 | 1,23E+01           |
| K08            | 9,45E+00                                   | 3,08E+00 | 1,25E+01           |
| K09            | 6,54E+00                                   | 2,16E+00 | 8,70E+00           |
| K10            | 9,17E+00                                   | 2,42E+00 | 1,16E+01           |
| K11            | 4,59E+00                                   | 1,67E+00 | 6,26E+00           |
| K12            | 5,01E+00                                   | 2,98E+00 | 7,99E+00           |
| K13            | 5,04E+00                                   | 2,12E+00 | 7,16E+00           |
| K14            | 7,35E+00                                   | 2,12E+00 | 9,47E+00           |
| K15            | 6,14E+00                                   | 2,59E+00 | 8,73E+00           |
| K16            | 6,68E+00                                   | 2,01E+00 | 8,69E+00           |
| K17            | 6,71E+00                                   | 3,06E+00 | 9,77E+00           |
| K18            | 9,30E+00                                   | 1,98E+00 | 1,13E+01           |
| K19            | 6,61E+00                                   | 2,59E+00 | 9,20E+00           |
| K20            | 6,96E+00                                   | 2,28E+00 | 9,24E+00           |
| K21            | 6,44E+00                                   | 2,70E+00 | 9,14E+00           |
| K22            | 5,56E+00                                   | 2,31E+00 | 7,87E+00           |
| R01            | 8,05E+00                                   | 2,94E-01 | 8,34E+00           |
| R02            | 7,42E+00                                   | 3,10E+00 | 1,05E+01           |
| R03            | 8,22E+00                                   | 2,77E+00 | 1,10E+01           |
| R04            | 1,08E+01                                   | 2,94E+00 | 1,374E+01          |
| R05            | 1,05E+01                                   | 3,32E+00 | 1,38E+01           |
| R06            | 4,67E+00                                   | 2,37E+00 | 7,04E+00           |
| R07            | 4,40E+00                                   | 3,05E+00 | 7,45E+00           |
| R08            | 6,97E+00                                   | 2,84E+00 | 9,81E+00           |
| R09            | 5,53E+00                                   | 2,76E+00 | 8,29E+00           |
| R10            | 5,37E+00                                   | 2,78E+00 | 8,15E+00           |
| R11            | 6,93E+00                                   | 2,98E+00 | 9,91E+00           |
| R12            | 5,39E+00                                   | 4,91E+00 | 1,03E+01           |

**TABEL 8.** Resultater for case-bygninger for GWP [kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år] for betragtningsperioden på 50 år med data fra Ökobaumat 2020 og branche-EPD'er for beton- og træprodukter.

| Ökobaumat 2020 m. EPD | kg CO <sub>2</sub> -ækv/m <sup>2</sup> /år |          |                    |
|-----------------------|--|----------|--------------------|
|                       | Bygningsdele m. EPD                        | Drift    | Alle faser         |
|                       | A1-3, B4, C3-C4                            | B6       | A1-3, B4, B6, C3-4 |
| A05                   | 8,18E+00                                   | 3,50E+00 | 1,17E+01           |
| A06                   | 6,32E+00                                   | 3,50E+00 | 9,82E+00           |
| A07                   | 1,04E+01                                   | 2,67E+00 | 1,31E+01           |
| A08                   | 7,98E+00                                   | 2,69E+00 | 1,07E+01           |
| E01                   | 6,87E+00                                   | 2,09E+00 | 8,96E+00           |
| E02                   | 7,52E+00                                   | 2,09E+00 | 9,61E+00           |
| E03                   | 7,22E+00                                   | 2,58E+00 | 9,80E+00           |
| E04                   | 7,10E+00                                   | 2,38E+00 | 9,48E+00           |
| E05                   | 8,72E+00                                   | 1,39E+00 | 1,01E+01           |
| E06                   | 7,75E+00                                   | 3,27E+00 | 1,10E+01           |
| E07                   | 4,74E+00                                   | 2,05E+00 | 6,79E+00           |
| E08                   | 9,15E+00                                   | 2,55E+00 | 1,17E+01           |
| E09                   | 6,93E+00                                   | 2,55E+00 | 9,48E+00           |
| E10                   | 9,56E+00                                   | 2,25E+00 | 1,18E+01           |
| E11                   | 9,60E+00                                   | 2,25E+00 | 1,19E+01           |
| Enf01                 | 5,36E+00                                   | 3,60E+00 | 8,96E+00           |
| Enf02                 | 7,27E+00                                   | 3,09E+00 | 1,04E+01           |
| Enf03                 | 5,84E+00                                   | 2,71E+00 | 8,55E+00           |
| Enf04                 | 6,27E+00                                   | 3,61E+00 | 9,88E+00           |
| Enf05                 | 4,07E+00                                   | 3,21E+00 | 7,28E+00           |
| Enf06                 | 8,33E+00                                   | 3,21E+00 | 1,15E+01           |
| Enf07                 | 7,62E+00                                   | 7,44E-01 | 8,36E+00           |
| Enf08                 | 8,52E+00                                   | 3,17E+00 | 1,17E+01           |
| Enf09                 | 8,11E+00                                   | 1,61E+00 | 9,72E+00           |
| Enf10                 | 8,51E+00                                   | 3,03E+00 | 1,15E+01           |
| Enf11                 | 9,55E+00                                   | 0,00E+00 | 9,55E+00           |
| K01                   | 6,84E+00                                   | 2,63E+00 | 9,47E+00           |
| K02                   | 6,78E+00                                   | 2,27E+00 | 9,05E+00           |
| K03                   | 8,75E+00                                   | 2,04E+00 | 1,08E+01           |
| K04                   | 8,61E+00                                   | 1,92E+00 | 1,05E+01           |
| K05                   | 8,63E+00                                   | 2,36E+00 | 1,10E+01           |
| K06                   | 7,17E+00                                   | 1,86E+00 | 9,03E+00           |
| K07                   | 1,10E+01                                   | 2,41E+00 | 1,34E+01           |
| K08                   | 9,74E+00                                   | 3,08E+00 | 1,28E+01           |
| K09                   | 7,39E+00                                   | 2,16E+00 | 9,55E+00           |
| K10                   | 9,94E+00                                   | 2,42E+00 | 1,24E+01           |
| K11                   | 5,39E+00                                   | 1,67E+00 | 7,06E+00           |
| K12                   | 5,45E+00                                   | 2,98E+00 | 8,43E+00           |
| K13                   | 5,45E+00                                   | 2,12E+00 | 7,57E+00           |
| K14                   | 8,09E+00                                   | 2,12E+00 | 1,02E+01           |
| K15                   | 6,84E+00                                   | 2,59E+00 | 9,43E+00           |
| K16                   | 7,12E+00                                   | 2,01E+00 | 9,13E+00           |
| K17                   | 6,73E+00                                   | 3,06E+00 | 9,79E+00           |
| K18                   | 1,00E+01                                   | 1,98E+00 | 1,20E+01           |
| K19                   | 7,43E+00                                   | 2,59E+00 | 1,00E+01           |
| K20                   | 8,07E+00                                   | 2,28E+00 | 1,04E+01           |
| K21                   | 7,16E+00                                   | 2,70E+00 | 9,86E+00           |
| K22                   | 6,00E+00                                   | 2,31E+00 | 8,31E+00           |
| R01                   | 8,07E+00                                   | 2,94E-01 | 8,36E+00           |
| R02                   | 6,90E+00                                   | 3,10E+00 | 1,00E+01           |
| R03                   | 8,24E+00                                   | 2,77E+00 | 1,10E+01           |
| R04                   | 1,11E+01                                   | 2,94E+00 | 1,40E+01           |
| R05                   | 1,10E+01                                   | 3,32E+00 | 1,43E+01           |
| R06                   | 4,17E+00                                   | 2,37E+00 | 6,54E+00           |
| R07                   | 4,23E+00                                   | 3,05E+00 | 7,28E+00           |
| R08                   | 7,21E+00                                   | 2,84E+00 | 1,01E+01           |
| R09                   | 4,91E+00                                   | 2,76E+00 | 7,67E+00           |
| R10                   | 4,67E+00                                   | 2,78E+00 | 7,45E+00           |
| R11                   | 6,32E+00                                   | 2,98E+00 | 9,30E+00           |
| R12                   | 5,20E+00                                   | 4,91E+00 | 1,01E+01           |

## Resultater for betragtningsperiode på 80 år

TABEL 9. Resultater for case-bygninger for GWP [kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år] for betragtningsperioden på 80 år med data fra Ökobaumat 2020.

| Ökobaumat 2020 | kg CO <sub>2</sub> -ækv/m <sup>2</sup> år |          |                    |
|----------------|---|----------|--------------------|
|                | Bygningsdele                              | Drift    | Alle faser         |
|                | A1-3, B4, C3-4                            | B6       | A1-3, B4, B6, C3-4 |
| A05            | 6,93E+00                                  | 3,17E+00 | 1,01E+01           |
| A06            | 5,62E+00                                  | 3,17E+00 | 8,79E+00           |
| A07            | 8,88E+00                                  | 2,43E+00 | 1,13E+01           |
| A08            | 5,69E+00                                  | 2,44E+00 | 8,13E+00           |
| E01            | 4,30E+00                                  | 1,98E+00 | 6,28E+00           |
| E02            | 5,06E+00                                  | 1,99E+00 | 7,05E+00           |
| E03            | 4,95E+00                                  | 2,45E+00 | 7,40E+00           |
| E04            | 5,44E+00                                  | 2,27E+00 | 7,71E+00           |
| E05            | 5,46E+00                                  | 1,35E+00 | 6,81E+00           |
| E06            | 6,35E+00                                  | 3,07E+00 | 9,42E+00           |
| E07            | 4,11E+00                                  | 1,96E+00 | 6,07E+00           |
| E08            | 6,59E+00                                  | 2,43E+00 | 9,02E+00           |
| E09            | 4,49E+00                                  | 2,40E+00 | 6,89E+00           |
| E10            | 6,41E+00                                  | 2,15E+00 | 8,56E+00           |
| E11            | 6,44E+00                                  | 2,15E+00 | 8,59E+00           |
| Enf01          | 4,69E+00                                  | 3,33E+00 | 8,02E+00           |
| Enf02          | 5,78E+00                                  | 2,87E+00 | 8,65E+00           |
| Enf03          | 5,53E+00                                  | 2,55E+00 | 8,08E+00           |
| Enf04          | 5,40E+00                                  | 3,26E+00 | 8,66E+00           |
| Enf05          | 4,25E+00                                  | 2,99E+00 | 7,24E+00           |
| Enf06          | 7,28E+00                                  | 2,99E+00 | 1,03E+01           |
| Enf07          | 6,25E+00                                  | 7,13E-01 | 6,96E+00           |
| Enf08          | 7,96E+00                                  | 3,00E+00 | 1,10E+01           |
| Enf09          | 7,94E+00                                  | 1,52E+00 | 9,46E+00           |
| Enf10          | 7,82E+00                                  | 2,85E+00 | 1,07E+01           |
| Enf11          | 8,83E+00                                  | 0,00E+00 | 8,83E+00           |
| K01            | 5,62E+00                                  | 2,47E+00 | 8,09E+00           |
| K02            | 3,87E+00                                  | 2,10E+00 | 5,97E+00           |
| K03            | 6,52E+00                                  | 1,89E+00 | 8,41E+00           |
| K04            | 5,94E+00                                  | 1,77E+00 | 7,71E+00           |
| K05            | 6,65E+00                                  | 2,17E+00 | 8,82E+00           |
| K06            | 4,99E+00                                  | 1,70E+00 | 6,69E+00           |
| K07            | 7,61E+00                                  | 2,23E+00 | 9,84E+00           |
| K08            | 8,27E+00                                  | 2,81E+00 | 1,11E+01           |
| K09            | 5,08E+00                                  | 1,98E+00 | 7,06E+00           |
| K10            | 7,31E+00                                  | 2,22E+00 | 9,53E+00           |
| K11            | 3,25E+00                                  | 1,48E+00 | 4,73E+00           |
| K12            | 4,18E+00                                  | 2,76E+00 | 6,94E+00           |
| K13            | 4,11E+00                                  | 1,94E+00 | 6,05E+00           |
| K14            | 5,88E+00                                  | 1,93E+00 | 7,81E+00           |
| K15            | 4,80E+00                                  | 2,39E+00 | 7,19E+00           |
| K16            | 5,60E+00                                  | 1,81E+00 | 7,41E+00           |
| K17            | 5,63E+00                                  | 2,77E+00 | 8,40E+00           |
| K18            | 7,25E+00                                  | 1,63E+00 | 8,88E+00           |
| K19            | 4,87E+00                                  | 2,35E+00 | 7,22E+00           |
| K20            | 5,62E+00                                  | 2,10E+00 | 7,72E+00           |
| K21            | 4,91E+00                                  | 2,46E+00 | 7,37E+00           |
| K22            | 4,39E+00                                  | 2,06E+00 | 6,45E+00           |
| R01            | 6,45E+00                                  | 2,41E-01 | 6,69E+00           |
| R02            | 6,83E+00                                  | 2,92E+00 | 9,75E+00           |
| R03            | 6,54E+00                                  | 2,60E+00 | 9,14E+00           |
| R04            | 8,51E+00                                  | 2,82E+00 | 1,133E+01          |
| R05            | 7,93E+00                                  | 3,20E+00 | 1,11E+01           |
| R06            | 3,94E+00                                  | 2,24E+00 | 6,18E+00           |
| R07            | 4,32E+00                                  | 2,88E+00 | 7,20E+00           |
| R08            | 5,49E+00                                  | 2,69E+00 | 8,18E+00           |
| R09            | 4,93E+00                                  | 2,64E+00 | 7,57E+00           |
| R10            | 4,80E+00                                  | 2,66E+00 | 7,46E+00           |
| R11            | 5,60E+00                                  | 2,84E+00 | 8,44E+00           |
| R12            | 4,78E+00                                  | 4,75E+00 | 9,53E+00           |

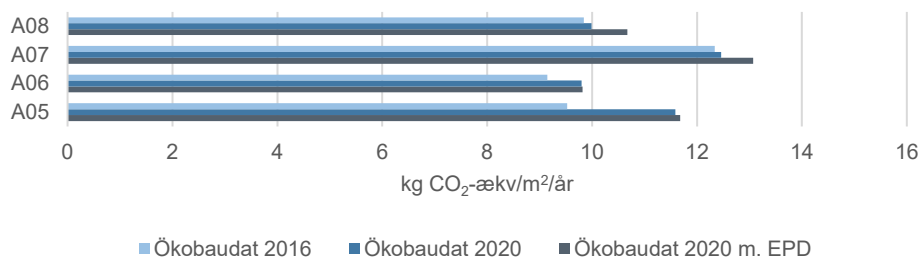
**TABEL 10.** Resultater for case-bygninger for GWP [kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år] for betragtningsperioden på 80 år med data fra Økobaumat 2020 og branche-EPD'er for beton- og træprodukter.

| Økobaumat 2020 m. EPD | Bygningsdele m. EPD | kg CO <sub>2</sub> -ækv/m <sup>2</sup> år |                    |
|-----------------------|---------------------|---|--------------------|
|                       |                     | Drift                                     | Alle faser         |
|                       | A1-3, B4, C3-4      | B6  | A1-3, B4, B6, C3-4 |
| A05                   | 6,99E+00            | 3,17E+00                                  | 1,02E+01           |
| A06                   | 5,64E+00            | 3,17E+00                                  | 8,81E+00           |
| A07                   | 9,29E+00            | 2,43E+00                                  | 1,17E+01           |
| A08                   | 6,12E+00            | 2,44E+00                                  | 8,56E+00           |
| E01                   | 4,72E+00            | 1,98E+00                                  | 6,70E+00           |
| E02                   | 5,60E+00            | 1,99E+00                                  | 7,59E+00           |
| E03                   | 5,56E+00            | 2,45E+00                                  | 8,01E+00           |
| E04                   | 5,75E+00            | 2,27E+00                                  | 8,02E+00           |
| E05                   | 6,32E+00            | 1,35E+00                                  | 7,67E+00           |
| E06                   | 6,40E+00            | 3,07E+00                                  | 9,47E+00           |
| E07                   | 3,78E+00            | 1,96E+00                                  | 5,74E+00           |
| E08                   | 6,92E+00            | 2,43E+00                                  | 9,35E+00           |
| E09                   | 4,82E+00            | 2,40E+00                                  | 7,22E+00           |
| E10                   | 7,26E+00            | 2,15E+00                                  | 9,41E+00           |
| E11                   | 6,92E+00            | 2,15E+00                                  | 9,07E+00           |
| Enf01                 | 4,65E+00            | 3,33E+00                                  | 7,98E+00           |
| Enf02                 | 5,87E+00            | 2,87E+00                                  | 8,74E+00           |
| Enf03                 | 5,27E+00            | 2,55E+00                                  | 7,82E+00           |
| Enf04                 | 5,35E+00            | 3,26E+00                                  | 8,61E+00           |
| Enf05                 | 3,46E+00            | 2,99E+00                                  | 6,45E+00           |
| Enf06                 | 7,24E+00            | 2,99E+00                                  | 1,02E+01           |
| Enf07                 | 6,23E+00            | 7,13E-01                                  | 6,94E+00           |
| Enf08                 | 7,93E+00            | 3,00E+00                                  | 1,09E+01           |
| Enf09                 | 7,65E+00            | 1,52E+00                                  | 9,17E+00           |
| Enf10                 | 7,69E+00            | 2,85E+00                                  | 1,05E+01           |
| Enf11                 | 8,50E+00            | 0,00E+00                                  | 8,50E+00           |
| K01                   | 5,94E+00            | 2,47E+00                                  | 8,41E+00           |
| K02                   | 4,60E+00            | 2,10E+00                                  | 6,70E+00           |
| K03                   | 7,03E+00            | 1,89E+00                                  | 8,92E+00           |
| K04                   | 6,52E+00            | 1,77E+00                                  | 8,29E+00           |
| K05                   | 7,24E+00            | 2,17E+00                                  | 9,41E+00           |
| K06                   | 5,48E+00            | 1,70E+00                                  | 7,18E+00           |
| K07                   | 8,29E+00            | 2,23E+00                                  | 1,05E+01           |
| K08                   | 8,45E+00            | 2,81E+00                                  | 1,13E+01           |
| K09                   | 5,62E+00            | 1,98E+00                                  | 7,60E+00           |
| K10                   | 7,79E+00            | 2,22E+00                                  | 1,00E+01           |
| K11                   | 3,76E+00            | 1,48E+00                                  | 5,24E+00           |
| K12                   | 4,46E+00            | 2,76E+00                                  | 7,22E+00           |
| K13                   | 4,37E+00            | 1,94E+00                                  | 6,31E+00           |
| K14                   | 6,33E+00            | 1,93E+00                                  | 8,26E+00           |
| K15                   | 5,23E+00            | 2,39E+00                                  | 7,62E+00           |
| K16                   | 5,87E+00            | 1,81E+00                                  | 7,68E+00           |
| K17                   | 5,64E+00            | 2,77E+00                                  | 8,41E+00           |
| K18                   | 7,70E+00            | 1,63E+00                                  | 9,33E+00           |
| K19                   | 5,38E+00            | 2,35E+00                                  | 7,73E+00           |
| K20                   | 6,30E+00            | 2,10E+00                                  | 8,40E+00           |
| K21                   | 5,35E+00            | 2,46E+00                                  | 7,81E+00           |
| K22                   | 4,66E+00            | 2,06E+00                                  | 6,72E+00           |
| R01                   | 6,46E+00            | 2,41E-01                                  | 6,70E+00           |
| R02                   | 6,50E+00            | 2,92E+00                                  | 9,42E+00           |
| R03                   | 6,54E+00            | 2,60E+00                                  | 9,14E+00           |
| R04                   | 8,69E+00            | 2,82E+00                                  | 1,15E+01           |
| R05                   | 8,29E+00            | 3,20E+00                                  | 1,15E+01           |
| R06                   | 3,63E+00            | 2,24E+00                                  | 5,87E+00           |
| R07                   | 4,22E+00            | 2,88E+00                                  | 7,10E+00           |
| R08                   | 5,64E+00            | 2,69E+00                                  | 8,33E+00           |
| R09                   | 4,53E+00            | 2,64E+00                                  | 7,17E+00           |
| R10                   | 4,28E+00            | 2,66E+00                                  | 6,94E+00           |
| R11                   | 5,22E+00            | 2,84E+00                                  | 8,06E+00           |
| R12                   | 4,61E+00            | 4,75E+00                                  | 9,36E+00           |

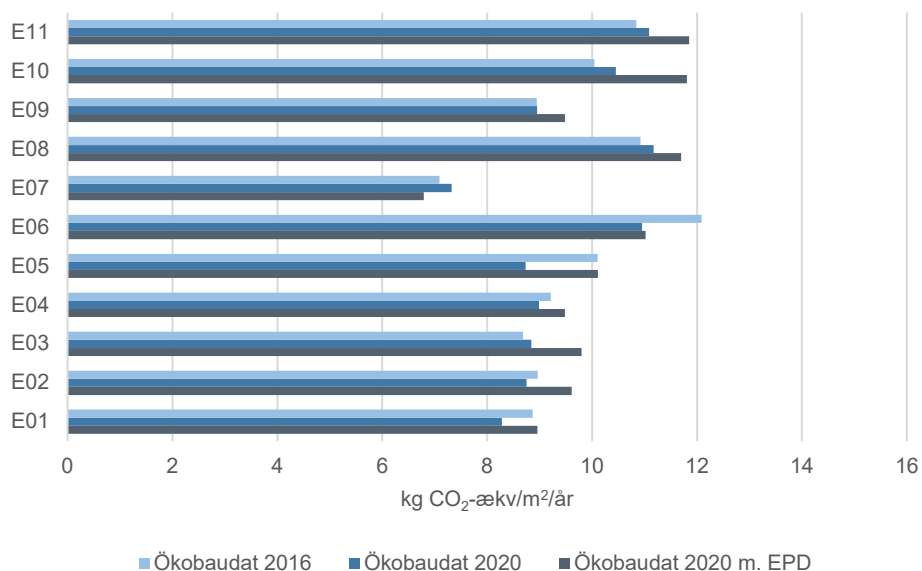
## BILAG 4 DIAGRAMMER FORDELT PÅ BYGNINGSTYPE

Dette bilag viser resultater fra SBi 2020:04 og sammenholder med resultater fra denne rapport. Resultater er opgivet i kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år fordelt på bygningstyperne *andet byggeri*, *etageboliger*, *enfamiliehuse*, *kontorer* og *rækkehuse*.

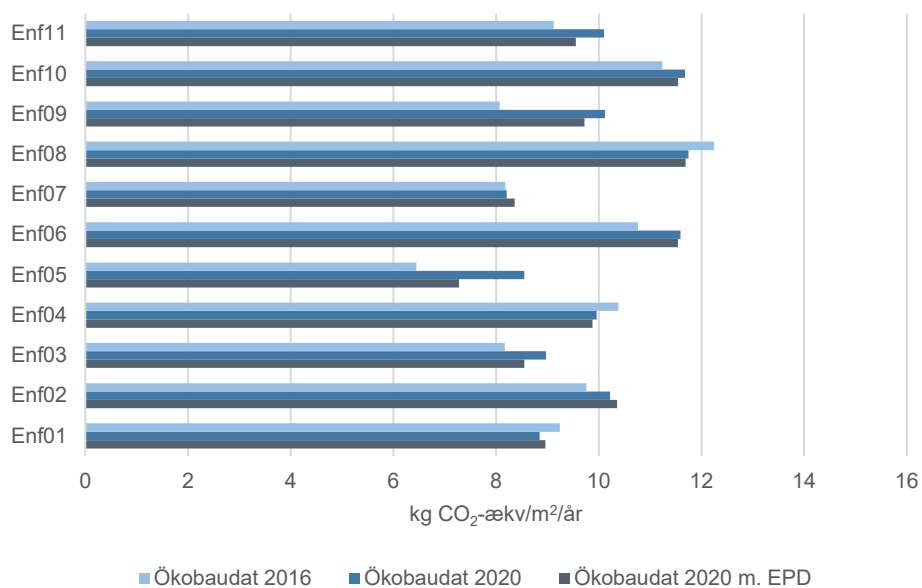
## Resultater for 50-års betragtningsperiode



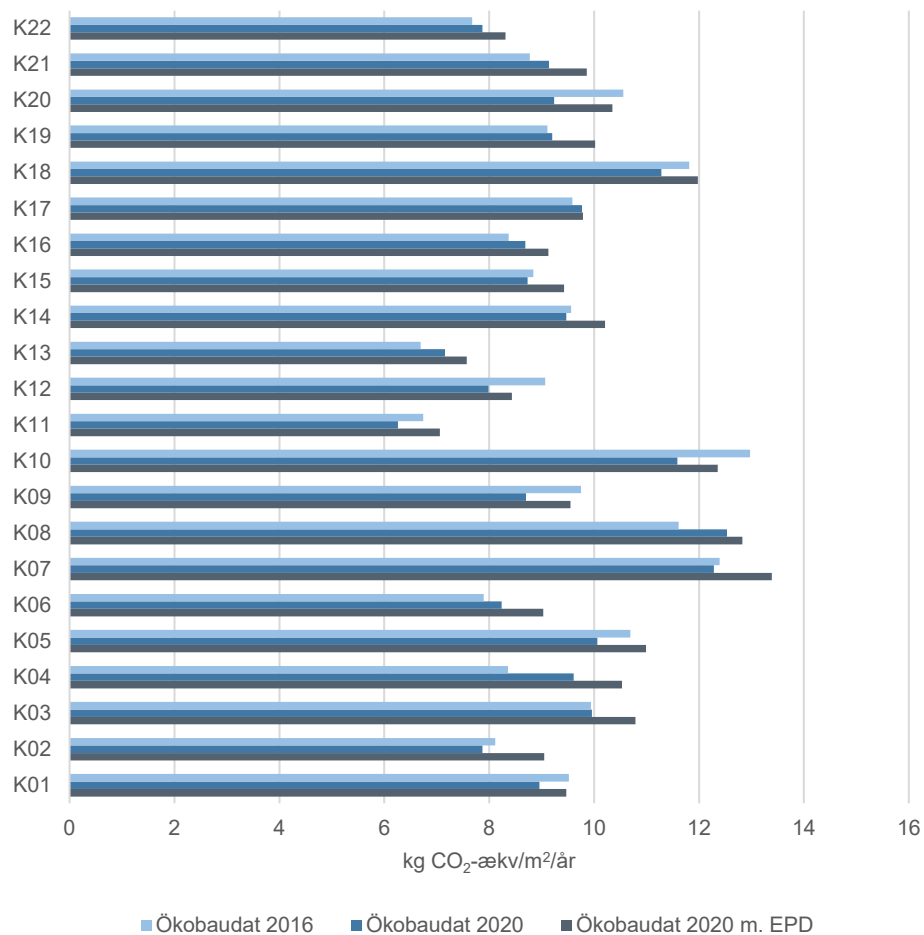
**FIGUR 9.** Resultater for GWP (kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år) for bygningstype *andet byggeri* med hhv. Ökobaudat 2016, Ökobaudat 2020 og Ökobaudat 2020 med branche-EPD'er for beton- og træprodukter for 50-års betragtningsperiode.



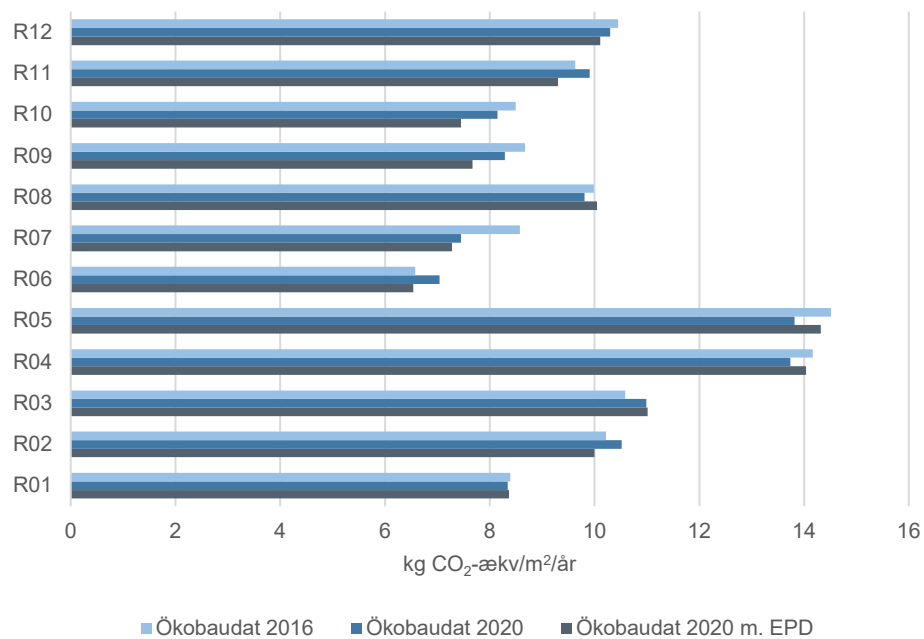
**FIGUR 10.** Resultater for GWP (kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år) for bygningstype *etageboliger* med hhv. Ökobaudat 2016, Ökobaudat 2020 og Ökobaudat 2020 med branche-EPD'er for beton- og træprodukter for 50-års betragtningsperiode.



**FIGUR 11.** Resultater for GWP (kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år) for bygningstype *enfamiliehuse* med hhv. Ökobaudat 2016, Ökobaudat 2020 og Ökobaudat 2020 med branche-EPD'er for beton- og træprodukter for 50-års betragtningsperiode.



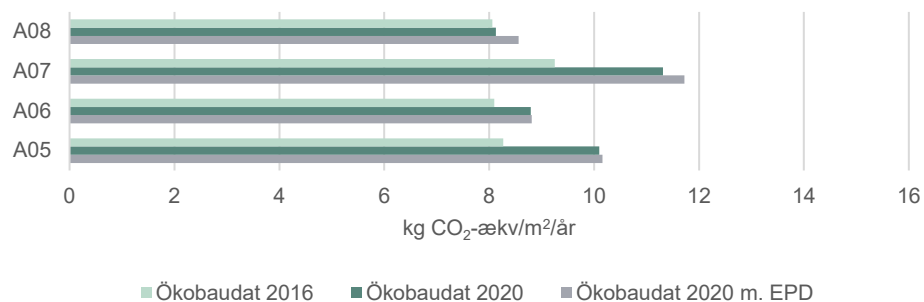
**FIGUR 12.** Resultater for GWP (kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år) for bygningstype *kontorer* med hhv. Ökobaudat 2016, Ökobaudat 2020 og Ökobaudat 2020 med branche-EPD'er for beton- og træprodukter for 50-års betragtningsperiode.



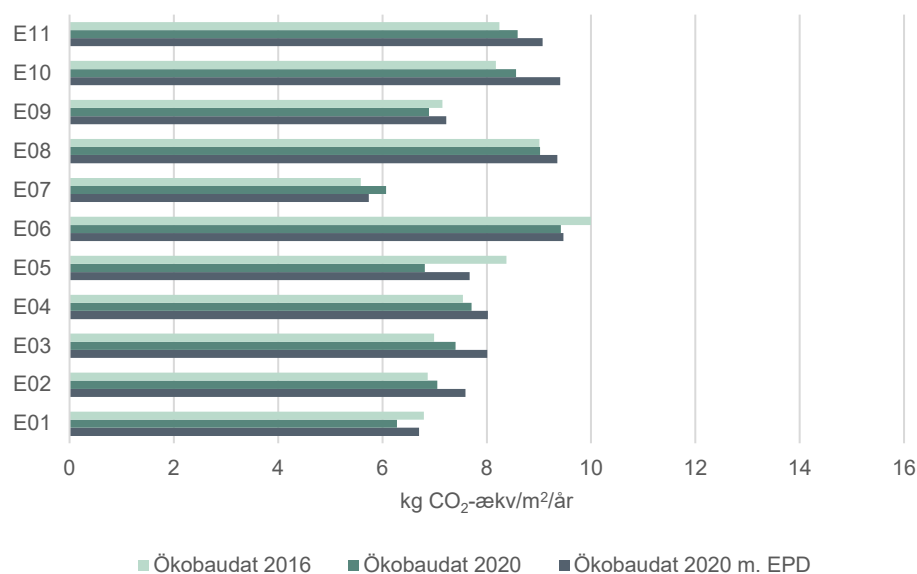
**FIGUR 13.** Resultater for GWP (kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år) for bygningstype *rækkehuse* med hhv. Ökobaudat 2016, Ökobaudat 2020 og Ökobaudat 2020 med branche-EPD'er for beton- og træprodukter for 50-års betragtningsperiode.



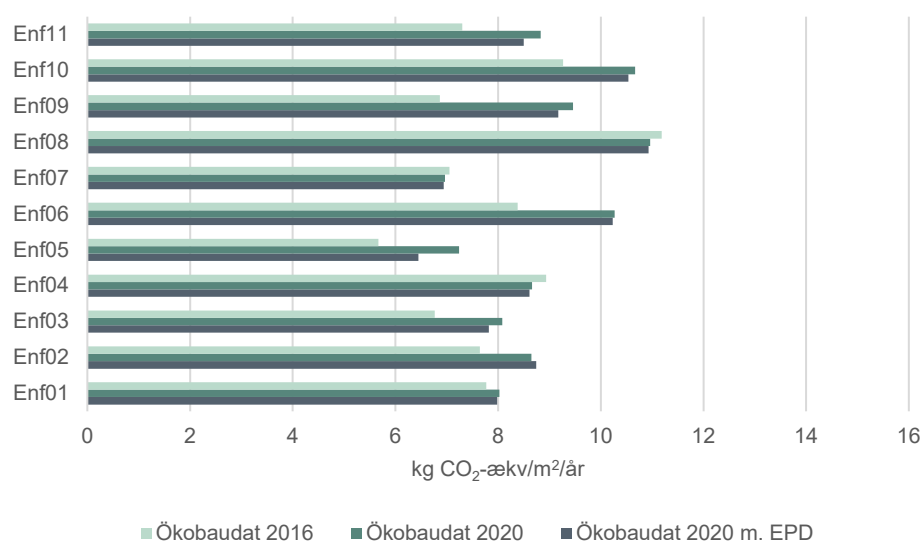
## Resultater for 80-års betragtningsperiode



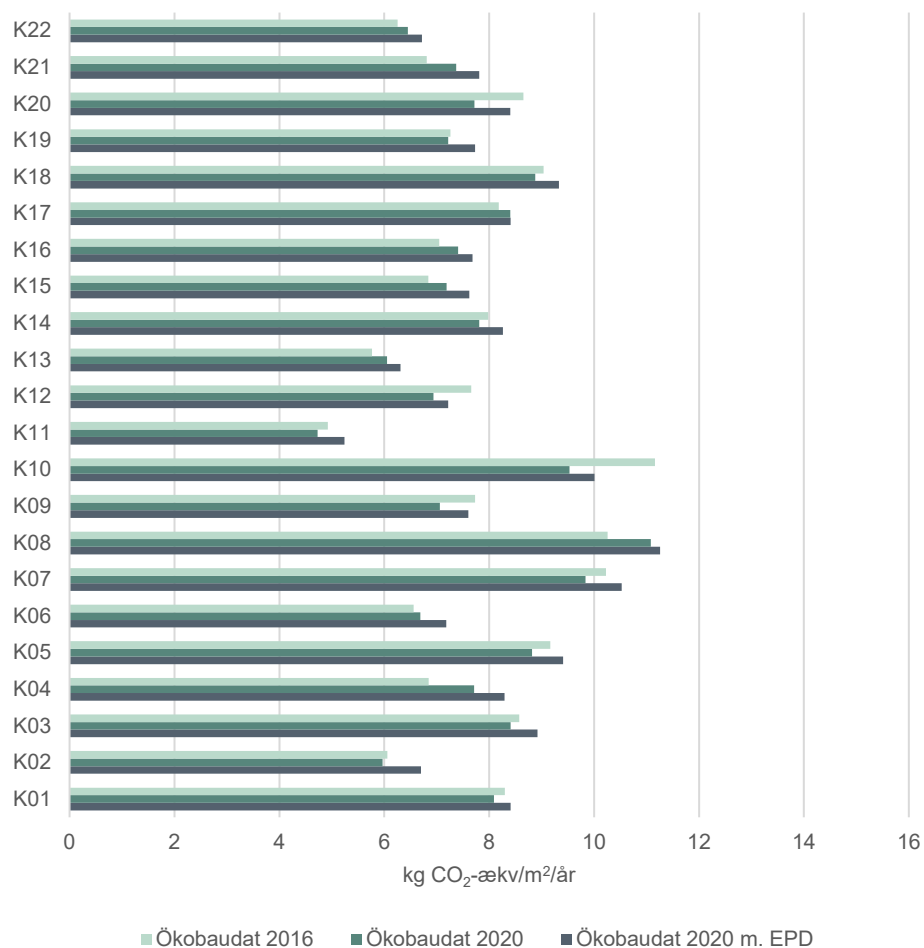
**FIGUR 14.** Resultater for GWP (kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år) for bygningstype *andet byggeri* med hhv. Ökobaudat 2016, Ökobaudat 2020 og Ökobaudat 2020 med branche-EPD'er for beton- og træprodukter for 80-års betragtningsperiode.



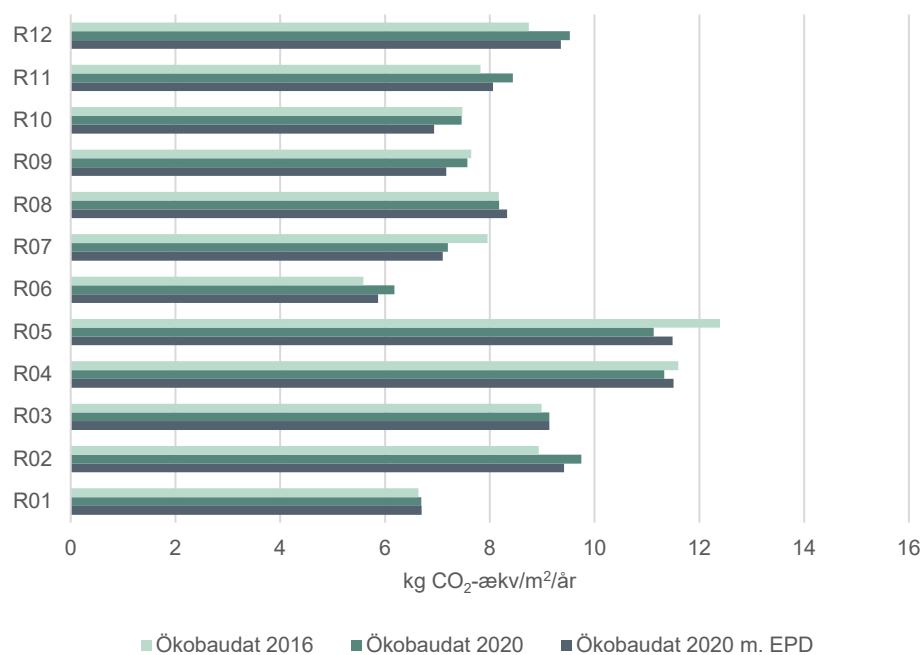
**FIGUR 15.** Resultater for GWP (kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år) for bygningstype *etageboliger* med hhv. Ökobaudat 2016, Ökobaudat 2020 og Ökobaudat 2020 med branche-EPD'er for beton- og træprodukter for 80-års betragtningsperiode.



**FIGUR 16.** Resultater for GWP (kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år) for bygningstype *enfamiliehuse* med hhv. Ökobaudat 2016, Ökobaudat 2020 og Ökobaudat 2020 med branche-EPD'er for beton- og træprodukter for 80-års betragtningsperiode.



**FIGUR 17.** Resultater for GWP (kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år) for bygningstype *kontorer* med hhv. Ökobaudat 2016, Ökobaudat 2020 og Ökobaudat 2020 med branche-EPD'er for beton- og træprodukter for 80-års betragtningsperiode.



**FIGUR 18.** Resultater for GWP (kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år) for bygningstype *rækkehuse* med hhv. Ökobaudat 2016, Ökobaudat 2020 og Ökobaudat 2020 med branche-EPD'er for beton- og træprodukter for 80-års betragtningsperiode.

## **BILAG 5 GAMLE OG NYE REFERENCEVÆRDIER**

Bilaget viser de udregnede referenceværdier fra hhv. SBi 2020:04 og denne rapport.

**TABEL 11.** Opdaterede referenceværdier for GWP opdelt i værdier for bygningsdrift, bygningsdele og samlet. Referenceværdier er baseret på et kvartilsæt, som er udregnet for de fire LCA-scenarier.

| Scenarie  | Datakilde     | Referenceværdi [kg CO <sub>2</sub> -ækv/m <sup>2</sup> /år] |       |                    |
|---|---------------|---|-------|--------------------|
|   |               | Bygningsdele  | Drift | Alle faser         |
|   |               | A1-3, B4, C3-4  | B6    | A1-3, B4, B6, C3-4 |
| <b>50 år og Ökobaudat 2016<br/>(SBI 2020:04)</b>                      | Nedre kvartil | 6,3   | 1,9   | 8,5                |
|   | Median        | 7,1   | 2,3   | 9,5                |
|   | Øvre kvartil  | 8,5   | 2,7   | 10,6               |
| <b>50 år og Ökobaudat 2020<br/>(scenarie 1)</b>                       | Nedre kvartil | 6,2   | 2,1   | 8,7                |
|   | Median        | 7,0   | 2,6   | 9,5                |
|   | Øvre kvartil  | 8,2   | 3,0   | 10,6               |
| <b>50 år og Ökobaudat 2020<br/>inkl. branche-EPD<br/>(scenarie 2)</b> | Nedre kvartil | 6,3   | 2,1   | 9,0                |
|   | Median        | 7,3   | 2,6   | 9,8                |
|   | Øvre kvartil  | 8,5   | 3,1   | 11,0               |
| <b>80 år og Ökobaudat 2016<br/>(SBI 2020:04)</b>                      | Nedre kvartil | 5,1   | 1,8   | 6,9                |
|   | Median        | 5,7   | 2,0   | 8,0                |
|   | Øvre kvartil  | 6,8   | 2,5   | 8,9                |
| <b>80 år og Ökobaudat 2020<br/>(scenarie 3)</b>                       | Nedre kvartil | 4,2   | 2,0   | 7,1                |
|   | Median        | 5,6   | 2,4   | 8,1                |
|   | Øvre kvartil  | 6,6   | 2,8   | 8,9                |
| <b>80 år og Ökobaudat 2020<br/>inkl. branche-EPD<br/>(scenarie 4)</b> | Nedre kvartil | 5,1   | 2,0   | 7,2                |
|   | Median        | 5,9   | 2,4   | 8,3                |
|   | Øvre kvartil  | 7,0   | 2,8   | 9,3                |

I rapporten *Klimapåvirkning fra 60 bygninger – Opdaterede værdier baseret på nyere data og danske branche EPD'er* opdateres referenceværdier, der blev udformet i forbindelse med rapporten *Klimapåvirkning fra 60 bygninger* (SBI 2020:04). Fokusset på at dokumentere og måle klimapåvirkninger fra bygninger stiger, og flere livscyklusvurderinger på bygninger udføres i den danske byggebranche. Denne udvikling nødvendiggør opdateringer af data benyttet til udregning af klimapåvirkninger. Derudover udvikles detaljeringsgraden for bygnings-LCA'er. I forbindelse med udgivelsen af LCAbyg 5, de nye miljødata i Ökobaudat 2020 og danske branche-EPD'er, opdaterer denne rapport de etablerede referenceværdier idet referenceværdierne beregnes i LCAbyg 5 ved brug af nye miljødata. Disse referenceværdier anses som pejlemærker for fremtidens byggerier i retningen mod reduktion af klimapåvirkninger fra bygninger.



**BUILD**  
AALBORG UNIVERSITET